ＦＩＴＳの手引き

第 3.1 版

監修　天文情報処理研究会
協力 日本 FITS 委員会

発行 国立天文台天文学データ解析計算センター

1998 年 9 月 4 日

はじめに

天文コミュニティではデータの交換やデータストレージに使われるデータ形式として、*FITS* フォーマットが策定され使用されるようになっている。*FITS* は天文データの 流通保存のための共通のデータフォーマットとして持つべき条件、即ち、

- 互換性
- 単純さ
- 拡張性
- 自己記述性

等を満たすフォーマットであり、日本国内でも観測所データの保存やデータ交換に際して、*FITS* フォーマットを基本に国内の標準ヘッダ項目を定めていこうとの合意がなされている。

天文情報処理研究会では従来より、各種クックブックや手引き類の出版活動をしてきたが、その 1 つとして、*FITS* の手引き (93, 96, 97 年) の出版をしており、今回は近づく「すばる」の立ち上げを睨んで「すばる」観測装置開発者向けの情報を強化したマイナーバージョンアップとして第 3.1 版を出すことにした。

この手引きでは、まず *FITS* の概観について述べ、*FITS* の沿革、現段階での *FITS* のスタンダードやいくつかの拡張に関する解説、WCS に関する解説、「すばる」*FITS* 情報、及び *FITS* に関する各種情報源について言及している。NOST draft Standard 1.2 への言及と「すばる」*FITS* ヘッダー関連の部分が一番大きな改訂であるが、その他細かいアップデートがなされている。

FITS に関しては現在も基本規約に対する各種拡張等が提案・検討されているし、時間と共に新たな拡張が施されていくのは確実であるので、最新の情報についてはネットワーク上のものも参照されたい。

この手引きが天文コミュニティでのデータ流通や機器開発に関するデータフォーマットの検討の一助になれば幸いである。

（この手引きは *FITS* の手引き、第 3 版をもとに、関連各氏の協力のもと、各種インターネット上のリソースを取り入れて再編集したものです。）

天文情報処理研究会（編集　金光　理, E-mail: *kanamitu@fukuoka-edu.ac.jp* ）

天文情報処理研究会　連絡先

事務局； 〒 181-8588 東京都三鷹市大澤 2-21-1
国立天文台 天文学データ解析計算センター
市川伸一、渡邊大、多賀正敏
FAX.0422-34-3840
E-mail: *jaipa@azuma.mtk.nao.ac.jp*

目 次

はじめに 1

1 FITS の概要 5
1.1 FITS ファイルの構成 . . . 5
1.2 ヘッダーレコードの概要 . . . 6
1.3 FITS ファイルのサンプル . . . 6

2 FITS の沿革 8
2.1 誕生 . . . 8
2.2 Random groups . . . 8
2.3 Generalised Extension . . . 9
2.4 ASCII tables . . . 10
2.5 Floating point . . . 10
2.6 Physical Blocking . . . 11
2.7 Image Extension . . . 11
2.8 Binry tables . . . 12
2.9 Year 2000 convension . . . 13

3 FITS スタンダード 14
3.1 NOST による FITS の定義 (FITS スタンダード) . . . 14
3.2 FITS ファイルの構成 [0] . . . 15
3.2.1 FITS 構造 . . . 15
3.2.2 primary HDU . . . 15
3.2.3 Extensions . . . 16
3.3 ヘッダー . . . 16
3.3.1 カードイメージ . . . 16
3.3.2 キーワード . . . 17
3.3.3 値 . . . 21
3.4 データ表現 . . . 21
3.4.1 文字と整数 . . . 21
3.4.2 IEEE-754 浮動小数点数 [10] . . . 22
3.5 Random Group 構造 . . . 23
3.5.1 キーワード . . . 23
3.5.2 データシーケンス . . . 23
3.6 ASCII Table Extension (Standard extension 1) . . . 24
3.6.1 ASCII table のキーワード . . . 24
3.6.2 ASCII table の例 . . . 26
3.7 IMAGE extension (Standard extension 2) . . . 27
3.7.1 IMAGE extension の概要 . . . 27
3.7.2 Extension ヘッダー . . . 28
3.7.3 IMAGE Extension ヘッダーの例 . . . 29
3.8 Binary Table Extension (Standard extension 3) . . . 30
3.8.1 Binary Table の概要 . . . 30
3.8.2 表のヘッダー . . . 30
3.8.3 Binary Table のヘッダーの例 . . . 31
3.9 ブロッキングに関する合意 . . . 32
3.9.1 ビットストリームデバイス . . . 32
3.9.2 シーケンシャルメディア . . . 32

4 World Coordinates System **33**
4.1 インデックスと物理座標 . . . 33
4.2 現 FITS での表現 . . . 33
4.3 天球座標 (α, δ) からインデックス (i, j) への変換 . . . 34
4.3.1 $(\alpha, \delta) \Rightarrow (\theta, \phi)$ . . . 34
4.3.2 $(\theta, \phi) \Rightarrow (R_\theta, \phi)$ or (x, y) . . . 34
4.4 データ配列から天球座標への変換 . . . 36
4.4.1 データ配列から天球座標を計算する手順 . . . 36
4.4.2 データ配列から物理座標への変換 . . . 36
4.4.3 (平面) 物理座標から (球面) 天球座標への変換 . . . 36
4.4.4 座標の準拠フレーム . . . 37
4.5 具体例 . . . 38
4.6 キーワードと投影法 . . . 39

5 FITS の拡張 **42**
5.1 予約された FITS の extension タイプの名前 . . . 42
5.2 提案中のその他の規約 . . . 43
5.2.1 Checksum Proposal . . . 43
5.2.2 Hierarchical Grouping Convension . . . 43
5.2.3 OBJECT キーワードの拡張 . . . 43
5.2.4 MIME コードとしての FITS の登録 . . . 43
5.3 FITS の拡張の手順 . . . 44
5.4 キーワードのまとめ . . . 44
5.5 DATExxxx キーワードと 2000 年問題 . . . 44
5.5.1 DATExxxx キーワードに関する問題の経緯 . . . 44
5.5.2 DATE-OBS キーワードの精細な再定義 . . . 46

6 すばる FITS ヘッダ統一案 (観測装置開発者に向けて) **51**
6.1 すばる FITS ヘッダールール (Ver.1.0.2(May 20, 1998)) . . . 51
6.2 基本ヘッダー辞書 . . . 53
6.2.1 基本ヘッダー辞書各項目の説明 . . . 53
6.2.2 基本ヘッダー辞書 (1998/07/02) . . . 53
6.3 装置固有ヘッダー辞書 . . . 60
6.3.1 CIAO . . . 60
6.3.2 COMICS . . . 61
6.3.3 FOCAS 固有ヘッダー辞書 . . . 62
6.3.4 HDS 固有ヘッダー辞書 . . . 62
6.3.5 CISCO/OHS . . . 63
6.3.6 SuprimeCam . . . 63
6.3.7 MIRTOS . . . 64
6.4 略号表 (1998/05/10) . . . 64
6.5 FITS ヘッダーサンプル . . . 66
6.5.1 CIAO(1998/07/17) . . . 66
6.5.2 COMICS(1998/08/19) . . . 72
6.5.3 FOCAS(1998/09/08) . . . 77
6.5.4 HDS(1998/08/19) . . . 87
6.5.5 CISCO/OHS (1998/07/16) . . . 91
6.5.6 Suprime-Cam (1998/08/19) . . . 97
6.5.7 MIRTOS (1998/07/09) . . . 98
6.6 FITS 規約に反する悪い例 . . . 102

7 FITS に関する各種リソース **105**
7.1 ソフトウェア . . . 105
7.1.1 FITS Support Office 提供のソフト . . . 105
7.1.2 HEASARC 提供のソフト . . . 105
7.1.3 eclipse from ESO . . . 106
7.1.4 FITS ブラウザ . . . 107
7.1.5 FITS I/O software in IDL . . . 108
7.1.6 FITS image viewer(各種プラットフォーム) . . . 108
7.1.7 FITS ブラウザ (X Window 版) の比較 . . . 113
7.1.8 World Coordinates . . . 114
7.1.9 FITS <–> HDF コンバータ . . . 114
7.2 サンプルデータ . . . 114
7.2.1 FITS Support Office Error Test Files . . . 114
7.2.2 IAUFWG Test Files . . . 115
7.2.3 FITS Test Tape . . . 115
7.2.4 HEASARC/OGIP Sample Files . . . 115
7.2.5 Four-digit Year Sample Files . . . 115
7.3 インターネット上のリソース . . . 115
7.3.1 FITS Support Office . . . 115
7.3.2 HEASARC . . . 116
7.3.3 NRAO . . . 116
7.3.4 HEAFITS exploder . . . 116
7.3.5 NetNews: sci.astro.fits . . . 117
7.4 日本国内の情報 . . . 117
7.4.1 日本 FITS 委員会 . . . 117
7.4.2 日本 FITS 委員会ホームページ . . . 118
7.4.3 天文データ解析計算センターの情報バンク . . . 118
7.4.4 すばる開発者向け Web ページ . . . 119
7.4.5 天文情報処理研究会ホームページ . . . 119

8 参考文献 **120**

1 FITS の概要

1.1 FITS ファイルの構成

FITS (The Flexible Image Transport System) は天文データの交換及び蓄積のための標準フォーマットとして作成された規約である。元々は特に天体画像データの流通における必要から始まったものであるが、画像データだけでなく、天体カタログのようなデータベースなどの用途でもこのフォーマットが用いられるようになってきている。

FITS ファイルは ASCII テキストで書かれたヘッダーとバイナリの配列 (通常は多次元の) からできている (現在ではこの「基本」*FITS* 要素に加えて拡張された同様の (ヘッダー + データからなる) 他の *FITS* 要素が付け加わってもよいことになっている)。

即ち、*FITS* ファイルの構成は

・(基本) FITS 要素
・(拡張) FITS 要素 1
・(拡張) FITS 要素 2
・
・

となっており、いずれの *FITS* 要素も整数個の (論理) レコードからなり論理レコードのサイズは 2880 バイト (23040 ビット = あらゆる計算機のワード長の最小公倍数) である。

1 つの *FITS* 要素は大きく 2 つの部分に分けられる。

前半部はヘッダーレコードと呼ばれ、データの目的、種類、構造、バイト数、レコード数などのデータに関する解説部分となっている。1 行が 80 文字からなるカードイメージの連なりで、整数個の論理レコードに収められる (1 レコードには 2880/80=36 行が収まるので、ヘッダーが 36 行を越える時は複数個の論理レコードが必要となる。また、ヘッダーが 1 レコードに満たない場合は空白行で埋められちょうど整数個のレコードとされる。) 1 つの行の各欄の使い方や用語には一定の規約がある (次節参照)。

後半部はデータレコードと呼ばれ、ヘッダーレコードの直後のレコードから実際のデータが書きこまれる。

即ち、1 つの *FITS* 要素の構造は

・ヘッダーレコード (2880 バイト × n (整数))	ヘッダー 1 (80 バイト・カードイメージ) ヘッダー 2 (80 バイト・カードイメージ) ヘッダー 3 (80 バイト・カードイメージ) ヘッダー 4 (80 バイト・カードイメージ) ・ ・
・データレコード (2880 バイト × n (整数))	バイナリデータ ・ ・

のようになっている。

1.2 ヘッダーレコードの概要

ヘッダーレコードは 80 バイトのカードイメージからなり、その数は無制限であり、最後のヘッダーレコードは END というキーワードで示される。

FITS ヘッダーのカードイメージは次の形式に従う。

キーワード = 値 / 注釈

ここで

1-8 桁目: キーワード、8 文字以下の左詰めされた ASCII 文字列
9 桁目: = (等号)
10 桁目: 空白 (ASCII のブランク)

値については ANSI FORTRAN のフォーマットに従う。いくつかの必須パラメータは一定の形式が要求され、その他のパラメータについてもフォーマットを固定しておくことが推奨される。また、/ (スラッシュ) は必須ではないがなるべく使ったほうがよく、/ の後は注釈とみなされる。/ はパラメータ値の後ならどこでもよいが最低 1 つの空白を直前に置く。小文字はキーワードには使用しない。

推奨 (場合によっては要求) される固定形式は次のとおり。

- 論理型の変数: T 又は F を 30 桁目に置く。
- 整数型の変数: 11-30 桁目に右そろえ。(虚数部分は 31-50 桁目に右揃え)
- 実数型の変数: 小数点必須。11-30 桁目。指数表現なら右揃え。(虚数は 31-50)
- 文字型の変数: 標準 8 文字 (長くても可)。11 桁目に'、文字列、20 桁目以降に終端の' を置く。

最小限必要なキーワードは以下のとおりで順序は固定されており、形式も前述のとおりである。

SIMPLE 論理型: ファイルが基本 FITS になっているかどうか。
BITPIX 整数型: 各画素の値を何ビットで表現しているかを示す。
NAXIS 整数型: 画素の座標軸の本数を示す。
NAXISn 整数型: n は 1 から NAXIS の値までで、各々第 n 軸に沿った画素の数。
END 値を持たない。9-80 桁は空白でヘッダーレコードの終了を表わす。

このうち SIMPLE を除くキーワードはすべての *FITS* 要素のヘッダーに必要である。また、SIMPLE キーワードは基本 (primary)*FITS* 要素のヘッダーの最初に現れなければならない。NAXIS=0 の場合、 NAXISn はあってはならない。

他のキーワードについては *FITS* スタンダードの項を参照のこと。

1.3 FITS ファイルのサンプル

参考のため、IRAF のサンプルデータ dev$pix を FITS で出力したものを上げる。最初の 2 行はカードの桁を示すためにあり、表のヘッダーの一部ではない (以降も同様)。

Main Header(IRAF dev$pix)

```
         1         2         3         4         5         6         7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345...
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / FITS STANDARD
BIRPIX  =                   16 / FOTS BITS/PIXEL
NAXIS   =                    2 / NUMBER OF AXES
NAXIS1  =                  512 /
NAXIS2  =                  512 /
BSCALE  =       1.0000000000E0 / REAL = TAPE*BSCALE + BZERO
BZERO   =       0.0000000000E0 /
OBJECT  = 'm51  B  600s'       /
ORIGIN  = 'KPNO-IRAF'          /
DATE    = '02-09-90'           /
IRAFNAME= 'pix     '           / NAME OF IRAF IMAGE FILE
IRAF-MAX=           1.993600E4 / DATA MAX
IRAF-MIN=          -1.000000E0 / DATA MIN
IRAF-B/P=                   16 / DATA BITS/PIXEL
IRAFTYPE= 'INTEGER'            /
IRAF-MAX=           1.229817E4 / DATA MAX
IRAF-MIN=          -6.053954E0 / DATA MIN
IRAF-B/P=                   32 / DATA BITS/PIXEL
IRAFTYPE= 'FLOATING'           /
CCDPICNO=                   53 / ORIGINAL CCD PICTURE NUMBER
ITIME   =                  600 / REQUESTED INTEGRATION TIME (SECS)
TTIME   =                  600 / TOTAL ELAPSED TIME (SECS)
OTIME   =                  600 / ACTUAL INTEGRATION TIME (SECS)
DATA-TYP= 'OBJECT (0)'         / OBJECT,DARK,BIAS,ETC.
DATE-OBS= '05/04/87'           / DATE DD/MM/YY
RA      = '13:29:24'           / RIGHT ASCENTION
DEC     = '47:15:34'           / DECLINATION
EPOCH   =                 0.00 / EPOCH OF RA AND DEC
ZD      = '22:14:00'           / ZENITH DISTANCE
UT      = '09:27:27'           / UNIVERSAL TIME
ST      = '14:53:42'           / SIDERIAL TIME
CAM-ID  =                    1 / CAMERA HEAD ID
CAM-TEMP=              -106.22 / CAMERA TEMPERATURE, DEG C
DEW-TEMP=              -180.95 / DEWAR TEMPERATURE, DEG C
F1POS   =                    2 / FILTER BOLT I POSITION
F2POS   =                    0 / FILTER BOLT II POSITION
TVFILT  =                    0 / TV FILTER
CMP-LAMP=                    0 / COMPARISON LAMP
TILT-POS=                    0 / TILT POSITION
BIAS-PIX=                    0 /
BI-FLAG =                    0 / BIAS SUBTRACT FLAG
BP-FLAG =                    0 / BAD PIXEL FLAG
CR-FLAG =                    0 / BAD PIXEL FLAG
DK-FLAG =                    0 / DARK SUBTRACT FLAG
FR-FLAG =                    0 / FRINGE FLAG
FR-SCALE=                 0.00 / FRINGE SCALING PARAMETER
TRIM    = 'Apr 22 14:11 Trim image section is [3:510,3:510]'
BT-FLAG = 'Apr 22 14:11 Overscan correction strip is [515:544,3:510]'
FF-FLAG = 'Apr 22 14:11 FLat field image id Flat1.imh with scale=183.9447'
CCDPROC = 'Apr 22 14:11 CCD processing done'
AIRMASS =     1.08015632629395 / AIRMASS
HISTORY New copy of one035.imh
HISTORY New copy of one035
HISTORY New copy of m51
HISTORY New copy of m513
HISTORY New copy of m51
END
```

2 FITS の沿革

2.1 誕生

事の起こりは、1976 年 11 月、NFRA(Netherlands Foundation for Radio Astronomy) の R. Harten と KPNO(Kitt Peak National Observatory) の D. Wells によるデータ交換システムの開発への着手であった。翌年の春には、各々が作成したプロトタイプデータ交換プログラムのテスト・ランが試みられた。1977 年から 1978 年にかけて J. Dickel (Univ. Illinois) は Westerbork と Kitt Peak の間で、光・電波イメージのエンコードと交換を実行した。

1979 年 1 月、KPNO で開かれた NSF(National Science Foundation) の会合でデータ交換用フォーマットについて議論され、会合の Chair の P. Boyce(NSF) が NOAO と NRAO へ開発作業の着手を要請し、R. Burns(NRAO), E. Groth(Princeton), Wells にタスクフォースを形成させ、Burns は VLA で他のプログラマと共に会合を持った。1979 年 3 月 27/28 日、Harten と Wells の経験を元に、36 時間にわたる議論を経て、E. Greisen(NRAO) と Wells が、Basic *FITS* Agreement を完成させた。ここでキーになったのは、論理レコードのサイズをどうするかで、当時のすべてのマシンのワードサイズを考慮し、CDC-6000/7000 のテープの物理ブロックサイズ (30240-bits) に近いことから、23040-bits という値が採用された。データ構造としては 符号なし 8-bit、符号付き 16-bit、符号付き 32-bit 整数の 0-999 までの配列がサポートされたが、将来のことを考えデータ配列にさらにレコードを付加することも許された。

1979 年 5 月、NOAO と NRAO の間で *FITS* によるデータ交換が試みられ、その実用性が確認された。最初のデータ交換の試みは、OS/MVT の元の IBM-360 (2 の補数 32 ビット、EBCDIC) において PL/I プログラムによりテープ上に書かれたデータを SCOPE を OS として使用する CDC-6400 (1 の補数 60 ビット、Display Code) 上の FORTRAN プログラムで読むという形で行われた。この 2 つの計算機システムの組み合わせは、データ交換のためにはおよそ考えられる最悪のものだった。これは、提案された *FITS* 構造が是認される前に実用的なデータ交換のデモが要求される、という先例となった。

1979 年 6 月、Basic *FITS* がイタリアのトリエステにおける International Image Processing Workshop で Wells と Greisen により提案された。Harten がこれを endorse した。*FITS* は即座に受け入れられ、 1 年を待たずに天文コミュニティにおける国際標準フォーマットの地位を確立した。

これは現在では以下の論文として参照可能である (以下 *FITS* Paper 1 とする)。

- Wells, D. C., Greisen, E. W., and Harten, R. H. 1981, "*FITS*: A Flexible Image Transport System," *Astron. Astrophys. Suppl.*, **44**, 363–370.

2.2 Random groups

FITS は当初、デジタル化されたイメージの交換という意味付けだったが、すぐに他のタイプのデータ交換の枠組みにも使えることがわかった。こうした新しい *FITS* 構造の最初の例として、1979 年末から 1980 年始めにかけて、Greisen と Harten は小配列のグループを扱う形式を考案した。各々のグループは パラメータと小配列のシーケンスからな

り、パラメータの数や意味、配列の次元はどのグループでも同じとされた。この形式は、開口合成 visibility データの輸送の必要から案出されたものである。

Random group は他の分野で使われることはなく、当該分野ですら、現在では binary table で置き換えられている。今後は使わない方がいいだろう。

Random group は、1982 年 IAU 総会で *FITS* と共に、バイナリデータの推奨交換フォーマットとして endorse された。

これは現在は以下の論文として参照可能である。(以下 *FITS* Paper II)

- Greisen, E. W. and Harten, R. H. 1981, "An Extension of *FITS* for Small Arrays of Data," *Astron. Astrophys. Suppl.*, **44**, 371–374.

2.3 Generalised Extension

次の 2 つの目的のため、一般化拡張部が定義された。

- 基本規則にのっとって新しい種類のデータ輸送を可能にする
- 階層データベース化を可能にし関連データ構造の集合の輸送をできるようにする

例えば table extension は table や list などをデータ配列と共に同じ *FITS* ファイルに書くことで、異なる種類のデータ片の間の関係をデータ配列として確立させる。

このために採用された手法は、プライマリ HDU (Header and Data) と同様に、ASCII カード・イメージ (keyword=value 形式) のヘッダー部とデータ部からなる拡張 HDU を定義することであった。異なるデータフォーマットを定義する多くの種類の拡張が存在できる。こうした構造化された拡張部は、プライマリ配列の *FITS* ヘッダーを読むソフトウェアを拡張ヘッダーも読むように改良するのを容易にする。拡張部データについての情報は、その拡張の規則で規定された方式で拡張部ヘッダーに記述される。すべての論理レコードはプライマリ部と同様に 23040 bits(=2880 8-bit bytes) である。この HDU 自身が拡張と呼ばれ、そのデザインは拡張タイプと呼ばれる。拡張部の新種の設計に当たっては、既存の *FITS* データと不整合が生まれないようにしなければならない。

Basic *FITS* はファイルの先頭になければならないので、拡張はプライマリ HDU の後に置かれなければならない。先頭の配列は 23040-bit レコードの終わりで終わるので、拡張部は常に新たなレコードから始まる。

ほとんどの *FITS* の拡張部は Basic *FITS* 同様、天文コミュニティに受け入れられ IAU で是認されれば、スタンダードになれる。*FITS* ファイルは、複数種類の拡張部を持つことができ、その順序の規定はない。

FITS ユーザーが 1 つのファイル中の複数の拡張部のうち任意のものだけを読むことができるよう、2 つのルールが設定されている。

- 各種類の拡張部は唯一の名前を持っていて、ヘッダーに明示される。
- ヘッダーにその拡張部の大きさの情報が与えられている。

FITS ファイルを読むソフトウェアは自分の扱える拡張のタイプのリストを持っており、ヘッダーからタイプ名を読み、それを扱えるかどうかを決める。もし扱えない場合は、いくつのレコードをスキップするべきか計算し、次の拡張の先頭へ行く。

一般化拡張部の規則は、1988 年 IAU により endorse され、現在では以下の論文として参照可能である。(*FITS* Paper III)

- Grosbøl, P., Harten, R. H., Greisen, E. W., and Wells, D. C. 1988, "Generalized Extensions and Blocking Factors for *FITS*," *Astron. Astrophys. Suppl.*, **73**, 359–364.

2.4 ASCII tables

FITS 形式の成功は、配列の形になっていないデータ・ベース (カタログ等) についての標準データ形式への要求を惹起した。これが動機となり、表形式拡張部が定義された。これは、次のようなデータに対し応用することができる。

- 標準的カタログ
- 観測ログ・較正データ・中間データ等の観測に関する情報。観測結果を基本 FITS 配列とし、付加情報を表形式拡張部として付け加える。
- データ解析結果の表。例えば、多くのプログラムはデジタル化されたイメージから天体を抽出し、その位置、フラックス、サイズ、スペクトル型、偏光などのパラメータを出力ファイルに書き出す。天文学者はこの出力ファイルを送り、受け取った方はそれを扱うソフトで表の比較や融合などの操作ができる。

ASCII 表形式拡張部は、標準 *FITS* 形式と一般化拡張部の規則に従う。表データは文字配列として記録される。各行はいくつかのフィールドから構成される。各フィールドについての情報 (フォーマット (FORTRAN-77 様式)・位置・内容等) は拡張部ヘッダーに記述される。

この形式は ADC カタログ等で使用されており、現在は標準の一部としてスタンダードにも取りいれられている。これは現在では以下の論文で参照可能である。(*FITS* Paper IV)

- Harten, R. H., Grosbøl, P., Greisen, E. W., and Wells, D. C. 1988, "The *FITS* Tables Extension," *Astron. Astrophys. Suppl.*, **73**, 365–372.

ここまでの、4 つの論文でまとめられている部分が、「基本」*FITS* 又は「原始」*FITS* を形づくっている。

2.5 Floating point

元来の *FITS* では、バイナリ・データは整数表現のみが許され、非整数または整数表現の範囲にない値は、スケーリングして整数化して記録されていた。スケーリングのための

係数は、ヘッダーに与えられることとされていた。これは、輸送可能なデータの値に大きな制約を課し、整数・少数の変換に少なからぬ時間の消費を強いた。

IEEE 浮動小数点規格の普及にともないこの問題の解決ができるようになった。1989 年 12 月 22 日、IAU の *FITS* Working Group は浮動小数についての合意に達し、IEEE-754 (IEEE 1985) の 32-bit と 64-bit 数をスタンダード *FITS* の浮動小数のタイプとして採用した。これは 1990 年 1 月 1 日より実施された。

2.6 Physical Blocking

FITS が開発された 1979 年には主要なデータ保存メディアは 1/2 インチ、9 トラックの磁気テープであり、*FITS* Paper I では物理ブロックサイズは論理レコードサイズに等しいとされていた。時がすぎ、多くのデータ処理者たちはこのブロックサイズでは、データを書くのに必要なテープ長や I/O 操作数の点で不十分と感じるようになった。コンピュータの世代が新しくなり、メガバイトのメモリを搭載するようになるともっと大きなブロックをたやすく読めるようになった。結果として、*FITS* Paper III では、1/2 インチテープ上では 10 論理レコードまでを 1 物理ブロックとして扱えることが含まれている。さらに、カートリッジテープや光ディスクなどの新しいメディアが磁気テープに置き換わっており、これらの多くの新しいメディアは固定長のブロック (典型的には 2^n bytes) でしかデータにアクセスできず、*FITS* の 23040-bit 論理レコードはそのブロックの積算に対応できなくなっていた。また、*FITS* Paper I で議論された *FITS* は磁気テープ上のものとしてであったが、ファイルを電子的に転送することが多くなると、*FITS* ファイルを特定のメディアにむすびつくものというよりは、純粋なビット列とみなすほうがよくなってきた。それでも異なるメディア上での *FITS* ファイルの物理的な表現が必要とされたいるので、すべてのメディアでの一般的な規則と、特に、 2^n-byte 物理ブロック上での *FITS* 論理レコードの書き方に関する提案が Wells と Grosbol(ESO) によって 1991 年にされた。この提案はマイナーな変更後 1994 年春、IAUFWG によって是認された。

(詳細は、セクション 3.9 を見よ)

2.7 Image Extension

1980 年代末、*FITS* コミュニティでは多次元配列をプライマリ HDU 同様拡張 HDU にも含める手段を議論していた。IUE グループでは、関連する配列 (特に彼らのデータとフラッグの配列) を同じファイルに含めようとしていた。フラッグとデータではデータタイプが違うためもう 1 つ軸を追加してプライマリ配列にフラッグを含ませることはできなかった。J.D. Ponz, J.R. Munoz (ESA IUE グループ) と R. Thompson (CSC, GSFC IUE グループ) は詳細なドラフトを作成し 1992 年始め公開した。この拡張は `IMAGE` と名づけられた。唯一の重要な議論は、Random Group レコードを Image 拡張の後に含ませられるか、という点だったが、Random Group は既に使われなくなってきていたので、結局 Random Group レコードは許さないことになった。

2.8 Binry tables

ASCII 表形式は、表の項目数が多い場合、大きなスペースを必要とする。文字への変換にかかる時間もばかにならない。ASCII 表形式は、浮動小数点を扱うのに必要だったのだが、IEEE 浮動小数点規格の採用により、表形式にバイナリ浮動小数点を含ませる道が開けた。一方、VLBA 関係で表の項目に配列を使う必要が生じた。かくして、W. Cotton (NRAO) によりバイナリ表形式が設計され、'A3DTABLE' と名付けられた。'A3DTABLE' は、1987 年始めに AIPS (Astronomical Image Processing System) の一部としてリリースされた。

1990 年始め、NASA はその関連プロジェクトすべてにおいて、生み出されたデータを *FITS* 形式で提供することを決定した。その時ちょうど、高エネルギー関係のデータ構造の設計が行われていた。この分野のデータは通常イベント・リストの形になり、文字列にすると膨大なものになってしまうので、バイナリを用いた表形式が強く求められていた。こうした圧力の元、1991 年 4 月、Cotton は 'BINTABLE' と命名された標準バイナリ表形式の最初の規約案を提示した。これは、'A3DTABLE' をもととして、これに対する意見を加味したものである。

1989 年末、Green Bank での単一電波望遠鏡での標準フォーマット開発のための会合で、D. Wells はバイナリ表形式のフィールドに多次元配列を使用できるようにすることを提案した。さらに、行毎に配列の大きさを変えることが可能になるような機構に関心が持たれた。この件は、1991 年 4 月のヨーロッパ *FITS* comittee の集会で D. Tody により取り上げられた。議論の後、Cotton と Tody により、ポインタ・データを用いた表形式を提案した。多次元フィールドや可変長配列のフォーマットや、それらのためのキーワードやフィールドフォーマットを記述した公式のテキストが Cotton と Tody によって 1991 年 10 月に公開された。

1991 年 7 月ころ、W. Pence (GSFC/HEASARC) は文字列の配列を単一の長い文字列と区別する点について疑義を提出し、議論の結果、副配列に関する規約が 3 番目の付録として付加された。改訂された BINTABLE の提案は Cotton, Tody, Pence により、1993 年 5 月に公開された。1994 年の春には IAUFWG はメインプロポーザルをスタンダード *FITS* の一部として是認した。3 つの付録 - 多次元配列、可変長配列、文字列配列 - は是認されたスタンダードの一部には含められなかった。これらは推奨はされるが要求はされない規約となった。

IMAGE と BINTABLE ファイルの ESO, IUE, Goddard Space Flight Center の HEASARC (High Energy Science Archive Research Center) 間の交換のテストは、1992 年に開始されたが、*FITS* 形式がテープ上のものからビットストリームとして認識されるようになるにつれ、この種の交換はテープではなく、anonymous ftp でなされるようになった。1994 年 始めには、BINTABLE の改訂を受けてさらなるテストが正式投票に向けて行われ、STScI(Space Telescope Science Institute) と ESO 間、ESO と GSFC/HEASARC 間での IMAGE や BINTABLE データの交換が行われた。1994 年 6 月 15 日、IAUFWG の Chair である P. Grosbol は、ブロッキングルールと IMAGE, BINTABLE 拡張の正式な是認を宣言した。これらについては既に *FITS* スタンダードの一部なので、詳細はセクション 3 を参照のこと。

2.9 Year 2000 convension

1996 年 11 月、RGO の P. Bunclark は、*FITS* のキーワード (DATE-OBS など) での日付けの扱いが、年の部分が 2 桁しか取っていないため、2000 年には破綻することを指摘し、それを解決するため、DATE-OBS キーワードの改訂を提案した。この提案はヨーロッパ *FITS* 委員会ではすぐに是認されたが、アメリカの WFC(WGAS(Working Group for Astronomical Software) の FITS Comittee) での議論の中で、A. Rots による改訂を受け、WFC 及び、日本 *FITS* 委員会の是認を受け、最終的には、1997 年 11 月 13 日に IAUFWG の投票を受けて正式に是認された。詳細は、セクション 5.5 を参照のこと。

3 FITS スタンダード

3.1 NOST による FITS の定義 (FITS スタンダード)

FITS は前セクションで述べたように 4 つの基本論文によってその骨格が定まり (基本又は原始 *FITS*)、1982 年に random group が、 1988 年に ASCII table が各々 IAU により正式に認められている。また、当初の磁気 1/2 インチ磁気テープ用の定義も拡張され、*FITS* を論理的構造とみなし、特定のメディアの物理的構造としては定義しないこととなった。

1988 年には IAU *FITS* Working Group が結成され、*FITS* 標準の維持や改良、将来の拡張、*FITS* 使用の推奨、FITS キーワード辞典の改良、などの統括をすることとなり、1989 年には IAU Commission 5 *FITS* Working Group が浮動小数点の表現に関する公式の合意に達した。

NASA/Science Office of Stabdards and Technology (NOST) ではこれらの *FITS* 規約を 1 つの成文としてまとめあげるために *FITS* Standard を作成している。この原案 (draft) の作成は、NOST の召集する Technical Panel(メンバーは後述) が行っており、原案の内容について NOST Technical Panel 内で合意に達すると draft standard として公開され、世界の天文コミュニティからの意見が求められる。一定の議論を経て改訂がなされた後、draft standard は IAU comission 5 に提出され、3 つの regional *FITS* comittee (北米、ヨーロッパ、日本) での投票、IAU 総会での投票を受けて正式な標準規約 (standard) として認められることになる。

こうした経緯を経て、1993 年に最初のバージョンが、 Definition of the Flexible Image Transport System(*FITS*)(June 18, 1993, NOST 100-1.0) として出された。

その後も、1994 年には Image Extension、Blocking、Binary Table が正式に *FITS* の拡張として認められる、などの変化があり、それらを取り入れた Ver. 1.1 が September 28, 1995 に出ている。

参考: NOST *FITS* Technical Panel メンバー

Robert J. Hanisch, Chair	STScI
Barry M Sclesinger, Secretary	NASA/FITS Support Office
Allen Farris	STScI
Eric W. Greisen	NRAO
William D. Pence	NASA/GSFC
Peter J. Teuben	UMd
Randall W. Thompson	STScI/CSC(formarly at GSFC/IUE)
Archibald Warnock	A/WWW Enterprises

NOST standard は、必要に応じて改定され、また最低 5 年に一度見直しがされることとなっているが、通常は 3 年に一度の IAU 総会に合わせて改定作業が行われている。次回 IAU 総会に向けて用意された新規約案が、draft standard バージョン 1.2 として 1998 年 4 月に公開されている。(これは *FITS* メーリングリスト (fitsbits@fits.cv.nrao.edu) で内容について議論され、必要な修正の後、NOST に提出され、上記手続きを経て次期 standard になるはずである。)

ここでは現在の standard である NOST Definition of *FITS* Ver.1.1 のうち reference になる部分の概要と、その後の正式採用された拡張に関して解説し、議論中の draft standard 1.2 での変更点については適宜脚注で言及することにする。

3.2 FITS ファイルの構成 [0]

3.2.1 FITS 構造

FITS ファイルは、以下の FITS 要素が次の順で並ぶ

- primary HDU (Header and Data Unit)
- Random groups (optional; primary data array がない場合のみ許される)
- 確認された extensions (optional)
- special records (optional)

各 *FITS* 要素は、整数個の *FITS* 論理レコードから成る。primary HDU は *FITS* ファイルの最初のレコードで始まる。これに続く各 *FITS* 要素の最初のレコードは、直前の *FITS* 要素の最終レコードの直後に置かれる。*FITS* 論理レコードの大きさは、23040 ビット、あるいは 2880 バイトである。

primary HDU とすべての extension は、ASCII テキストからなる整数個のヘッダー・レコードとそれに続く整数個のデータ・レコードから構成される。最初のデータ・レコードはヘッダーの最終レコードの直後に置かれる。

3.2.2 primary HDU

FITS データ・セットの先頭の要素は プライマリヘッダーである。プライマリヘッダーに続いてプライマリデータが (必ずしも必要でないが) 置かれる。プライマリデータの有無はプライマリヘッダー中の `NAXIS` キーワードの値で示される。

プライマリ HDU のヘッダーは、ASCII コードで書かれた連続したカード・イメージでできている。すべてのヘッダー・レコードは 36 のカード・イメージから成る。内容のないカード・イメージはブランク (16 進の 20) で埋める。

FITS フォーマットではプライマリデータ配列は 0-999 次元のデータ配列からできている。データの値は空白等を含まないバイト列で表される。最初の値は最初のプライマリデータ配列レコードの最初の位置に書かれる。配列の引き続く各々の行の最初の値は直前の行の最後の値のすぐ後に書く。1 次元以上の配列では axis 1 のインデックスが一番早く変化し、axis 2 の index がその次で、引き続く axis は順に変化し、axis m (m は `NAXIS` の値) の index が一番ゆっくり変化する; 即ち配列 $A(x_1, x_2, \ldots, x_m)$ の要素は図 1 の順になる。

各々の軸に沿ったインデックスは 1 から始まり NAXISn キーワードの値まで 1 ずつ増えていく (Section 3.3.2)。データ配列が最後のレコードを埋めきらない場合、残りの領域には配列の値と同じ表現でゼロ値を書いおく。IEEE 浮動小数点データでは +0 の値が使われる。

[0] draft 1.2 では *FITS* ファイル構成の項に物理ブロック化規則が追加されているが、本手引きでは、3.9 節に解説している。

A(1 , 1 , . . . , 1),
A(2 , 1 , . . . , 1),
⋮,
A(NAXIS1, 1 , . . . , 1),
A(1 , 2 , . . . , 1),
A(2 , 2 , . . . , 1),
⋮,
A(NAXIS1, 2 , . . . , 1),
⋮
A(1 , NAXIS2, . . . , NAXISm),
⋮,
A(NAXIS1, NAXIS2, . . . , NAXISm)

図 1: 1 次元以上の配列ではその axis 1 に沿った index が一番早く変化し、引き続く axis の index が順に変化する。第一要素の位置を除いては配列の構造はレコードの構造とは独立である。

3.2.3 Extensions

すべての extension は以下の要件を満たす必要がある。

独自性 各 extension は、独自の名前を持つ。extension 名は、IAU 第 5 委員会 (*FITS* ワーキンググループ) が管理する。

サイズの特定 各 extension 中のデータの総ビット数はその extension のヘッダーに書き込まれる。

既設の構造との互換性 現存する FITS データ・セットを無効にするような extension は存在してはならない。

Standard Extension 各 standard extension は独自の名前を持ち、その構造と内容が完全にこの規格で指定されたものと一致していなければならない。

FITS ファイル中の順番 extension はプライマリ HDU (又はもしあれば random group レコード) あるいは他の extension の後に置かれる。1 つの *FITS* データ・セット中では standard extension はどのような順になっていてもよい。

3.3 ヘッダー

3.3.1 カードイメージ

ヘッダーのカードイメージは

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 …   ←先頭からのバイト数
キーワード      =  値  /  コメント                    ←内容
```

のようになっており、キーワードは左詰め 8 文字の空白を含まない ASCII 文字列であり、余った部分は空白が詰められる。数字、英大文字を使うことができ、小文字は使えない。アンダースコアーとハイフンも使うことができる。他の文字は使うことができない。= とその直後の空白は 9,10 桁目固定。値は ANSI FORTRAN-77 のフォーマットに沿ったものとする。/ の位置は値の後に空白をはさんで任意である。コメントは何を書いてもよい。[0]

3.3.2 キーワード

【プライマリヘッダーのキーワード】
プライマリヘッダーには次のキーワードが必須である。[1]

1	SIMPLE
2	BITPIX
3	NAXIS
4	NAXISn, n = 1, . . . , NAXIS
	⋮
	(other keywords)
	⋮
last	END

表 1: プライマリヘッダーの必須キーワード.

SIMPLE を除くキーワードは、すべての FITS ヘッダーに必要であり、SIMPLE キーワードは primary ヘッダーには必ず必要である。
primary データ配列の総ビット数は次のように与えられる。

$$\begin{aligned} \mathtt{NBITS} &= |\mathtt{BITPIX}| \times \\ &\quad (\mathtt{NAXIS1} \times \mathtt{NAXIS2} \times \cdots \times \mathtt{NAXISm}), \end{aligned} \tag{1}$$

[0] standard 1.1 ではカードイメージの中での記録位置 (桁) を厳密に規定した fixed format 形式になっているが、draft 1.2 では位置を指定しない free format 形式が導入されている。具体的には 1.1 ではキーワードに続く 9 桁、10 桁が「= 」の場合そのキーワードが値を持ち実際の値が記録されていなければならず、それ以外はコメントとなるが、1.2 では 9、10 桁が「= 」であっても 11 桁以降がすべて空白 (null value) でもよい、とされる。また 1.1 ではコメントの開始の / は推奨だが、1.2 ではコメントの先頭には必ず / をつけなければならない。値についても 1.2 では ANSI FORTRAN-77 準拠が緩和され free format の値が定義されている (値の節参照)。

[1] draft 1.2 では SIMPLE キーワードと最後の NAXISn キーワードの間には表にある以外の他のキーワードを挿入してはならないことと、SIMPLE キーワードを extension ヘッダーに書いてはならないことが明文化されている。

ここで NBITS は非負で、最終レコードのデータ部分の残りを埋めるための空白部分を除いたビット数で、 m は NAXIS の値、BITPIX と NAXISn は各々のキーワードに附属する値である。
　各々のキーワードの意味は

SIMPLE 論理値 T 又は F を持ち、この規格に適合するかどうかを示す。

BITPIX 整数値を持ち、データのビット数を表わす。有効な値は下記のとおり。

NAXIS 999 以下の非負の整数値を持ちデータ配列中の軸の数を表わす。

NAXISn 非負の整数値を持ち、n 番目の軸の大きさを表わす。

END 値を持たず 9-80 桁は空白。ヘッダーの終わりを表わす。

値	データ表現
8	文字または符号無 2 進整数
16	16 ビット 2 進整数 (2 の補数)
32	32 ビット 2 進整数 (2 の補数)
-32	IEEE 単精度浮動小数点
-64	IEEE 倍精度浮動小数点

表 2: 有効な BITPIX 値の説明

　extension を使用する場合にはさらにプライマリヘッダーに次のキーワードが必要となる。

EXTEND 論理値 T を持つとそのデータセットに extension がある可能性を示す。

【extension ヘッダーのキーワード】
extension のヘッダーは次ページの表のキーワードを必須とする。[2]
extension data 中の総ビット数は、次の式で与えられる。

$$\begin{aligned} \mathtt{NBITS} &= |\mathtt{BITPIX}| \times \mathtt{GCOUNT} \times \\ &\quad (\mathtt{PCOUNT} + \mathtt{NAXIS1} \times \mathtt{NAXIS2} \times \cdots \times \mathtt{NAXISm}), \end{aligned} \tag{2}$$

ここで NBITS は非負で、最終レコードを満たすためつけ加えられる空白を除いたビット数、m は NAXIS の値、 BITPIX, GCOUNT, PCOUNT, NAXISn は各々のキーワードに附属する値である。
　各々のキーワードの意味は

XTENSION extension のタイプを示す文字列を持つ。

[2]draft 1.2 では XTENSION キーワードと最後の NAXISn キーワードの間には表にある以外の他のキーワードを挿入してはならないことが明文化されている。

1	XTENSION
2	BITPIX
3	NAXIS
4	NAXISn, n = 1, . . . , NAXIS
	⋮
	(other keywords, including . . .)
	PCOUNT
	GCOUNT
	⋮
last	END

表 3: 規格にあった extensions の必須キーワード

PCOUNT 整数値を持ち、パラメータ配列 group 中のパラメータ数を示す。

GCOUNT 整数値を持ち、パラメータ配列 group の数を示す。

【他の予約されたキーワード】
他にも必須ではないが、予約されているキーワードが多数存在する。詳しくは原版を参照していただくこととし、ここでは概略を、HDU の History や 物理構造を記述するもの、観測を記述するもの、書誌を記述するもの、コメント、配列を記述するもの、Extension を記述するもの、の順に言及する。

DATE DD/MM/YY 形式の UT での HDU が作成された日付。[3]

ORIGIN *FITS* ファイルを作成した機関を示す。

BLOCKED 値が論理値 T になっているこのキーワードの存在は、そのデータセットの実ブロック長が論理レコード長の整数倍であり、必ずしも等しくないことを示す。

DATE-OBS 観測日時を UT であらわしたもの。[4]

TELESCOP データ取得に使われた望遠鏡。

INSTRUME データ取得に使われた機器。

OBSERVER データを取得した観測者。

OBJECT 観測された天体名。

EQUINOX ヘッダー または データ 中に与えられた位置をあらわすのに使われた座標系に対する equinox を年単位で浮動少数点表示したもの。

EPOCH *FITS* ではこのキーワードは使われるべきではない。EQUINOX を使うこと。

[3] DATE キーワードについては、2000 年問題に関する合意があるので 5.5 も参照のこと。
[4] DATE-OBS キーワードについても、5.5 も参照のこと。

AUTHOR データを編纂した人の名前。出版物や多数のデータソースから作成されたデータの場合に適用される。

REFERENC データが出版物から取られた場合の出典。

COMMENT 値を持たない。注釈のために使う。いくつ書いてもよい。

HISTORY 値を持たない。データの処理の履歴を書く。いくつ書いてもよい。

"空白"キーワード 1-8 桁が ASCII のブランク。9-80 桁は何を書いてもよい。いくつ書いてもよい。

BSCALE 浮動小数点数で BZERO キーワードとともに配列のピクセル値が真の物理値と違う場合に真の物理値に変換するのに使う。デフォルト値は 1.0 である。

BZERO 浮動小数点数で BSCALE キーワードとともに配列のピクセル値が真の物理値と違う場合に真の物理値に変換するのに使う。デフォルト値は 0.0 である。

BSCALE と BZERO を使った変換方程式は次のようになる:

$$\text{物理値} \quad = \quad \text{BZERO} + \text{BSCALE} \times \text{配列値} \tag{3}$$

BUNIT 配列の値に BSCALE と BZERO を適用したあと、表わされるデータの単位を示す文字列。

BLANK 整数データ配列に対して物理値の定義されていない配列値をあらわす整数値を指定する。

CTYPEn n 番目の軸の物理的意味を表わす文字列。

CRPIXn n 番目の軸上の参照点の位置を軸のインデックスで表し、浮動小数点値を持つ。この値は 1 から NAXISn まで 1 ピクセルあたり 1 ずつ増加するカウンタに基づいている。

CRVALn CRPIXn で示される参照点が、CTYPEn で示される座標上のどの値に対応するかを表す浮動小数点値を持つ。

CDELTn CRPIXn 参照点で評価された、ピクセルインデックスに関する CTYPEn で表される座標の増分を与える浮動小数点値。

CRPIXn, CRVALn, CDELTn を使った n 軸上の点の物理値は次のようになる:

$$\text{n 軸上の点の物理値} \quad = \quad \text{CRVALn} + (\text{ピクセル値 - CRPIXn}) \times \text{CDELTn} \tag{4}$$

CROTAn CTYPEn で表される座標系から配列値が実際に表す座標系への回転を表す。浮動小数点値で n 番目の軸と CTYPEn の座標系との間の回転角を degree で表す。

DATAMAX 配列中の最大値の浮動少数点値。

DATAMIN 配列中の最小値の浮動少数点値。

EXTNAME *FITS* ファイル中の XTENSION と同じ。

EXTVER 同じ XTENSION と EXTNAME を持つ異なった extension を区別するために使う。整数値。

EXTLEVEL extension ヘッダー中の extension 階層内のレベルを表す整数値。

3.3.3 値

値の書き方は ANSI FORTRAN-77 のフォーマットと同じであり、次のようになる。[5]

文字列 11 桁目に ' 、12 桁目から文字列、20 桁目以降に ' で括る。[6]

論理値 T または F を 30 桁目に書く。[7]

整数 11-30 桁目に右詰めで ASCII で書く。複素整数は虚数部を 31-50 桁に右詰めで書く。[8]

実浮動小数点数 11-30 桁に ASCII で書く。指数部の文字は大文字、値は右詰めで小数点を書く。[9]

複素浮動小数点数 実数部は上記と同じ。虚数部は 31-50 桁に右詰めで書く。[10]

3.4 データ表現

3.4.1 文字と整数

次の形式で書く。

文字 各文字 1 バイトで下位の 7 ビットを使った 7 ビット ASCII コードで表わされ、最上位ビットは 0 である。

---

[5] 1.1 では ANSI FORTRAN-77 準拠となっているが、draft 1.2 ではこれが緩和され、1.1 での fixed format に加え、free format でも値が書けるようになっている。またキーワード値として値の配列を許さず、単一の値に限ることも明文化された。

[6] draft 1.2 では、fixed format 文字列の値を最低 8 文字になるように空白を詰めなければならない、という制約をはずした (例えば XTENSION= 'TABLE' は合法)。また free format では 11-80 桁目のどこに書いてもよいことになった (ただし 10 桁目から最初の引用符の間は「スペース」でなければならない)。

[7] draft 1.2 では論理値が T または F の一文字でその後には空白か / (とそれに続くコメント) のみが許されることが明文化された。また free format では 11-80 桁の最初に現れる文字は T または F である。

[8] draft 1.2 では整数値は埋め込まれた空白を含んではならず常に符号付 10 進数と解釈されることが明文化された。free format では 11-80 桁のどこに書いてもよい。また、上記 1.1 での複素整数の定義はなくなり、複素整数は別項が設けられ free format で括弧で囲まれカンマで区切るとされている (例えば、(14, -45))。

[9] draft 1.2 では実浮動小数点数は埋め込まれた空白を含んではならないことが明文化された。小数点は必須ではないので、「12」や「1E30」は合法で「E30」は違反とされる。free format の場合は 11-80 桁のどこに書いてもよい。

[10] draft 1.2 では複素浮動小数点数に対する fixed format の定義はなくなり、free format では括弧で囲まれカンマで区切るとされる (例えば (14.5, -4.5E+5))。

8 ビット整数 符号なしのバイナリ。

16 ビット整数 2 の補数表示による符号付きバイナリで 2 バイトである。

32 ビット整数 2 の補数表示による符号付きバイナリで 4 バイトである。

3.4.2 IEEE-754 浮動小数点数 [10]

32 または 64 ビット浮動小数点データの *FITS* 形式への変換は、ANSI/IEEE-754 規格に従う。ヘッダー中の `BITPIX = -32` および `BITPIX = -64` はそれぞれ 32、64 ビットの IEEE 浮動小数点であることを示す。バイトの順序は、最初が符号と指数、次に仮数を位の大きなものから小さなものへと書く。

32 ビット浮動小数点値の構成 (次ページ) とその解釈は次のようになる。

ビット位置 (左から右)	内容
1	符号
2 - 9	指数
10 - 32	仮数

表 4: 32 ビット浮動小数のビット位置。

$$\text{値} \quad = \quad (-1)^{\text{符号}} \times 2^{(\text{指数}-127)} \times \text{仮数} \tag{5}$$

64 ビット浮動小数点値の構成 (次ページ) とその解釈は次のようになる。

ビット位置 (左から右)	内容
1	符号
2 - 12	指数
13 - 64	仮数

表 5: 64 ビット浮動小数点のビット位置。

$$\text{値} \quad = \quad (-1)^{\text{符号}} \times 2^{(\text{指数}-1023)} \times \text{仮数} \tag{6}$$

[10] draft 1.2 では IEEE-754 浮動小数点数の定義は Appendix に移され詳細化されている。

3.5 Random Group 構造

スタンダード *FITS* ではあるが、random group 構造は、ほぼ唯一電波干渉計での応用にのみ使われ、それ以外の分野では random group フォーマットのデータを読める *FITS* リーダはほとんどない。新たに採用された binary table extension はいずれは random group で記述される構造を取りこむことができるだろう。

3.5.1 キーワード

もし、random group フォーマットのレコードが primary ヘッダーに続く場合は primary ヘッダーのカードイメージは前述の必須キーワードに加えて GROUPS, PCOUNT, GCOUNT キーワードを持たなければならない。各々のキーワードの意味は前述の extension キーワードの項と同じであるが、NAXIS1 キーワードは 0 (プライマリデータ配列がないことを示す) である必要があり、GROUPS キーワードは論理値 T を持ち、 random group レコードが存在することを示す。

他に必須ではないが予約されたキーワードとして、次のものがある。

PTYPEn n 番目のパラメータの名前を示す文字列。

PSCALn n 番目の *FITS* group パラメータの値が真値でない場合に group パラメータの値を真値に変換する時に PZERO キーワードと共に使われる浮動小数点数である。デフォルトの値は 1.0 である。

PZEROn PSCALn キーワードと共に使われる浮動小数点数で group パラメータ値のゼロに対応する真値を表わす。デフォルトの値は 0.0 である。

変換方程式は次のようになる。

$$\text{真値} \quad = \quad \texttt{PZEROn} + \texttt{PSCALn} \times \mathit{group}\,\text{パラメータ値} \tag{7}$$

3.5.2 データシーケンス

random group データはグループのセットからなる。グループの数は付随するヘッダーレコードの GCOUNT キーワードの数である。各々のグループは PCOUNT キーワードで示される数のパラメータと、その後にメンバ数 GMEM が次の式で表わされる配列からなる。

$$\texttt{GMEM} \quad = \quad (\texttt{NAXIS2} \times \texttt{NAXIS3} \times \cdots \times \texttt{NAXISm}). \tag{8}$$

ここで GMEM はひとつのグループのデータ配列の中のメンバ数であり、m は NAXIS の数、NAXISn はそれぞれのキーワードに付随する値である。

もし、random group レコードが存在すれば primary データ配列は存在してはならない。

許されるデータ表現は前の Section にリストアップされたものである。ひとつの配列の 1 メンバに対して付随するパラメータよりも精度が要求される場合にはパラメータは 2 つ

以上の同じ PTYPEn キーワードで表わされる部分に分割されなければならない。この時、値はグループパラメータ値から PSCALn と PZERO キーワードを使って得られる真値の和となる。

3.6 ASCII Table Extension (Standard extension 1)

standard extension として最初に認められたのが ASCII Table Extension である。*FITS* ファイル中の primary ヘッダーがキーワード EXTEND を論理値 T で持ち、その extension ヘッダーの最初のキーワードが XTENSION=␣'TABLE␣␣␣' であれば、そのデータは ASCII Table extension である。カタログデータ等の移送用に作られたことは前述のとうりである。

3.6.1 ASCII table のキーワード

次の表のキーワードが必須である。[11]

1	XTENSION
2	BITPIX
3	NAXIS
4	NAXIS1
5	NAXIS2
6	PCOUNT
7	GCOUNT
8	TFIELDS
	⋮
	(他の含まれるべきキーワード ...)
	TBCOLn, n=1,2,...,k ここで k は TFIELDS の値
	TFORMn, n=1,2,...,k ここで k は TFIELDS の値
	⋮
last	END

表 6: ASCII Table extensions の必須キーワード。

各々のキーワードの意味は

XTENSION 値として文字列 'TABLE␣␣␣' を持つ。

BITPIX 値として整数値 8 を持つ。

NAXIS 値 2 を持ち、データ配列が 2 次元 (行と列) であることを示す。

NAXIS1 表の各行の ASCII 文字数を表す非負の整数値。

[11] draft 1.2 では XTENSION キーワードと TFIELDS キーワードの間に表にある以外の他のキーワードを挿入してはならないことが明文化された。

NAXIS2 表の行数を表わす非負の整数値。

PCOUNT 値を 0 として表の前にデータがないことを示す。

GCOUNT 値を 1 として、 1 つの表を持つことを示す。

TFIELDS 各行中の項目数を表わす非負の整数値、最大 999 である。

TBCOLn n 番目の項目が始まる桁を示す整数値。行の最初の桁は 1 である。

TFORMn n 番目の項目がコードされている FORTRAN-77 フォーマットを表す文字列を値として持つ。次のフォーマットが使える。数字をフォーマットの前につけて反復を表すことはできない。[12]

フィールド値	データタイプ
Aw	文字
Iw	整数
Fw.d	単精度実数
Ew.d	単精度実数、指数表示
Dw.d	倍精度実数、指数表示

表 7: TABLE extensions で有効な TFORMn フォーマット。

他の予約されたキーワードとしてはつぎのようなものがある。

TSCALn n 番目のフィールドの量が真の物理値でない場合に TZEROn キーワードと共に使われる。デフォルトの値は 1.0 である。

TZEROn TSCALn キーワードと共に使われる。デフォルトの値は 0.0 である。

TNULLn n 番目のフィールドの定義されていない値を表わす文字列である。

TTYPEn n 番目のフィールドの名前を与える文字列である。

TUNITn n 番目のフィールドの値に TSCALn と TZEROn を適用したあとでの物理単位を表わす文字列である。

n 番目のフィールドの量から真の物理値を計算するための変換方程式は

$$\text{physical value} \quad = \quad \texttt{TZEROn} + \texttt{TSCALn} \times \text{field value}. \tag{9}$$

[12] draft 1.2 では TFORMn フォーマットコードが大文字でなければならず、ASCII table 中での数値は常に 10 進数で、2 進、8 進、16 進その他の表記をしてはならないことが明文化された。また各フォーマットの具体的な書式についても明文化されている。

3.6.2 ASCII table の例

ASCII table extension の例を載せておく。

◎ メインヘッダー

```
0........1.........2.........3.........4.........5.........6.........7...
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890...
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                    8 / character information
NAXIS   =                    0 / No image data array present
EXTEND  =                    T / Ther may be standard extensions
ORIGIN  = 'CDS      '          / Site which wrote the tape
DATE    = '23/09/83/'          / Date tape was written

COMMENT AGK3 Astrometric catalog, formatted in FITS Tables Format.
COMMENT see: W. Dieckvoss, Hamburg-Bergedorf 1975.
END
```

◎ extension ヘッダー
（レコードを改める。）

```
0........1.........2.........3.........4.........5.........6.........7...
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890...
XTENSION= 'TABLE   '           / Table extension
BITPIX  =                    8 / 8-bits per "pixel"
NAXIS   =                    2 / simple 2-D matrix
NAXIS1  =                   74 / No. of characers per row (=74)
NAXIS2  =                    3 / The number of rows (=3)
PCOUNT  =                    0 / No "random" parameters
GCOUNT  =                    1 / Only one groupe
TFIELDS =                   16 / there are 16 fields per row
EXTNAME = 'AGK3    '           / Name of the catalog

TTYPE1  = 'NO      '           / The star number
TBCOL1  =                    1 / start in column 1
TFORM1  = 'A7      '           / 7 characer field

TTYPE2  = 'MG      '           / stellar magnitudes
TBCOL2  =                    8 / start in column 8
TFORM2  = 'E4.1    '           / xx.x SP floating pont
TUNIT2  = 'MAG     '           / units are magnitudes
```

途中略

```
TTYPE16 = 'BD      '           / Bonner Durch. star number
TBCOL16 =                   68 / start in column 68
TFORM16 = 'A7      '           / 7 character field
TNULL16 = '        '           / blank indicate null

AUTHOR  = 'W. Dieckvoss'
REFERENC= 'AGK3 Astrometric catalog, Hamburg-Bergedorf, 1975'
DATE    = '14/07/82'           / date file was generated
```

```
END
```

◎　拡張部データ・レコード
　（レコードを改めて書き始める。）

```
0........1.........2.........3.........4.........5.........6.........7....
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234
+82457 11.4 G5 15 30 57.480 +82 15 06.18 1960.37 2 -005 +006 29.99 +82 459
+82458 11.4 F5 15 32 41.151 +82 10 17.17 1958.36 2 -004 +006 27.97 +82 460
+82459 12.1    15 32 42.107 +82 40 28.83 1960.37 2 -004 +006 29.99 +82 461
```

3.7　IMAGE extension (Standard extension 2)

Image extension は 1994 年 6 月に IAU FITS WG で投票の結果採択され、正式な extension となった。詳細については、以下の論文に記述されている。

"The *FITS* Image Extension",
J.D. Ponz, R.W. Thompson and J.R. Muñoz,
Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **105**, 53-55, 1994

3.7.1　IMAGE extension の概要

IMAGE extension は Grosbøl et al. による一般化された *FITS* extension のフォーマットに従っている。これは最初、International Ultraviolet Explorer (IUE) プロジェクトで、GROUP フォーマットで格納したりイメージデータと融合してひとつの primary 配列を作ることができないような補助情報を、イメージデータと組み合わせる手段として Muñoz によって提案された。 IMAGE extension は primary データ配列を次のようにして単純に繰りかえしたものである:

1. 無制限な数の多次元配列の格納を許す。
2. 配列は別々の extension に含まれる。従って各々の配列は自分自身のヘッダーと内容を持つことが許される。
3. *FITS* 読み取りソフトは個々の extension を簡単にスキップすることができる。
4. 特に追加のキーワードや規約を採用する必要はない。
5. ひとつの *FITS* IMAGE extension ファイルを個々のヘッダーとデータユニットに分けることで余分な処理を必要としない単純な primary 配列フォーマットができる (`SIMPLE = T` のかわりに `XTENSION = 'IMAGE␣␣␣'` キーワードで置き変えるだけ)。

IMAGE extension は IUE アーカイヴの再処理プロジェクトでスペクトルイメージに付随するデータのクオリティのフラッグを格納するために提案された。

3.7.2 Extension ヘッダー

IMAGE extension のヘッダーに要求されるキーワードのカードイメージは次の表とおりである。

Principal HDU	IMAGE Extension
SIMPLE	XTENSION[1]
BITPIX	BITPIX
NAXIS	NAXIS
NAXISn	NAXISn[2]
EXTEND[3]	PCOUNT = 0
END	GCOUNT = 1
	END

[1] XTENSION=␣'IMAGE␣␣␣' for this extension.
[2] n = 1, ..., NAXIS.
[3] extension が存在する時だけ要求される。

表 8: Principal HDU と提案された IMAGE extension での必須 *FITS* キーワード

extension ヘッダーの GCOUNT キーワードと END キーワード間の追加キーワードはデータの履歴や観測の特徴、データ配列の特徴や他の情報を記述するのに使われる。これらのキーワードはオプションであり次の表のようなものがある。

Conforming Extension	Bibliographic Keywords	Commentary Keywords	Observation Keywords	Array Keywords
EXTNAME	AUTHOR	COMMENT	DATE-OBS	BSCALE
EXTVER	REFERENC	HISTORY	TELESCOP	BZERO
EXTLEVEL		␣␣␣␣␣␣␣␣	INSTRUME	BUNIT
			OBSERVER	BLANK
			OBJECT	CTYPEn
			EQUINOX	CRPIXn
			EPOCH[1]	CROTAn
				CRVALn
				CDELTn
				DATAMAX
				DATAMIN

[1] *FITS* スタンダードの EPOCH に関するコメントを見よ.

表 9: IMAGE extension　の予約キーワード. キーワードは *FITS* スタンダードで定義されている.

データフォーマットは primary データ配列と同じであり、*FITS* スタンダードに詳しく書いてある。このフォーマットは個々の IMAGE extension が他の配列のデータ構造やスケールファクタとは独立な 1-999 次元のひとつのデータ配列を含むことを許している。

3.7.3 IMAGE Extension ヘッダーの例

このタイプの extension がどのように使われるかの例を上げる。この例では primary データ配列は IUE の線形化されたイメージファイルを含み、付随するピクセルのクオリティのフラッグが IMAGE extension を使って格納されている。

```
Main Header
         1         2         3         4         5         6         7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345...
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                   16 / 2-Bytes, 2-s complement integers
NAXIS   =                    2 / Number of axes
NAXIS1  =                  768 / Number of pixels per row
NAXIS2  =                  768 / Number of rows
EXTEND  =                    T / Extensions may be present
CTYPE1  = 'SAMPLE  '           / X axis
CTYPE2  = 'LINE    '           / Y axis
BSCALE  =           3.1250E-02 / REAL = (FITS * BSCALE) + BZERO
BZERO   =                   0. / Bias
ORIGIN  = 'VILSPA  '           / Institution generating tape
TELESCOP= 'IUE     '           / IUE telescope
FILENAME= 'SWP12345.LIHI'      / Filename (camera)(image).LI(disp)
DATE    = '12/10/92'           / Date tape was written as DD/MM/YY
...
END

Main Data Record
(レコードを改めて書き始める。)
...

Extension Header
(レコードを改めて書き始める。)
         1         2         3         4         5         6         7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345...
--------------------------------------------------------------------------------
XTENSION= 'IMAGE   '           / IMAGE extension
BITPIX  =                   16 / 2-Bytes, 2-s complement integers
NAXIS   =                    2 / Number of axes
NAXIS1  =                  768 / Number of pixels per row
NAXIS2  =                  768 / Number of rows
PCOUNT  =                    0 / Number of parameters per group
GCOUNT  =                    1 / Number of groups
CTYPE1  = 'SAMPLE  '           / X axis
CTYPE2  = 'LINE    '           / Y axis
FILENAME= 'SWP12345.LFHI'      / Filename (camera)(image).LF(disp)
EXTNAME = 'LFHI    '           / Data quality flags
...
END

Extension Data Record
(レコードを改めて書き始める。)
...
```

3.8 Binary Table Extension (Standard extension 3)

W. D. Cotton (NRAO) と D. Tody (NOAO) により ASCII table の一般化として開発された "BINTABLE" というタイプ名の Binary Table extension が、1994 年 6 月、IAU FITS WG で投票され、正式に Standard extension として採用された。この extension に関する論文はやはり Astronomy and Astrophysics Supplement Series に載る予定 (現時点ではまだ出版されていない)。論文の Postscript 版は以下の URL で入手可能。

http://www.cv.nrao.edu/fits/documents/standards/bintable_aa.ps

3.8.1 Binary Table の概要

binary table は行と列から構成される表の形をとる。それは多次元であり、ひとつのエントリー又は与えられた行と列に付随する値のセットが任意のサイズの配列でありうる。これらの値は標準化されたバイナリ形式で表現される。表の各々の行は各々の列に対するひとつのエントリーを含む。このエントリーは多くの異なるデータタイプ、 8 ビット符号なし整数、 16 又は 32 ビット符号付き整数、論理値、キャラクタ、 ビット、32 又は 64 ビットの浮動小数又は複素数、のうちのひとつである。データタイプと次元各々の列に対して独立に定義されるが、各々の行は同じ構造でなければならない。表に付随する追加情報はテーブルヘッダーにキーワード/値のペアとして含まれる。

binary table は *FITS* ファイルの中で "メイン" データファイル (もしあれば) の後にきて、Grosbøl *et al.* の定義した standard 又は generalized extension table に続く。

binary table を使うにはメインヘッダーの中で追加キーワード `EXTEND` が論理値 `T` を持つことが必要である。

3.8.2 表のヘッダー

要求されるキーワードは

`XTENSION` binary table に対しては `'BINTABLE'` である。

`BITPIX` binary table では 8 である。

`NAXIS` binary table では 2。

`NAXIS1` 各々の "行" の (8 ビット) バイト数。

`NAXIS2` 表の中の行の数。

`PCOUNT` 表の正規の部分に続くバイト数。binary table に対しては `PCOUNT` は通常 0 である。

`GCOUNT` binary table に対しては 1 である。

`TFIELD` 表中のフィールド (列) の数。

TFORMnnn nnn フィールドのサイズとデータタイプを与える。 1 から TFIELDS の値までの範囲をとる。TFORMnnn の許される値は rL, rX, rI ,rJ, rA, rE, rD, rB, rC, rM, rP (論理値、ビット、16 ビット整数、32 ビット整数、キャラクタ、単精度、倍精度、符号なしバイト、単精度値の複素数、倍精度値の複素数可変長の配列記述子 [64 ビット]) の形であり、r = 要素の数 である。

また、表の nnn 番目の列のエントリーに対するラベル、単位、ブランクの値、表示フォーマットを与えるオプションキーワードとして、TTYPEnnn, TUNITnnn, TNULLnnn, TDISPnnn 等がある。

データレコードの詳細は上記文書または *FITS* スタンダード (の付録) を参照されたい。[13]

また、Binary Table のプロポーザルにはさらなる拡張として "多次元配列" や "可変長配列" の規約が述べられているが、これについても同様に元文書を参照されたい。

3.8.3 Binary Table のヘッダーの例

異なるデータタイプと次元の 19 の列からなる binary table のヘッダーの例を示す (スペースの関係で途中一部略)。"IFLUX" というラベルの列は 2 次元の配列である。"SOURCE" のラベルは各々 16 の長さの文字列である。非標準のキーワード "NO_IF" , "VELTYP", "VELDEF" がヘッダーの最後に現れている。

```
         1         2         3         4         5         6
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234
XTENSION= 'BINTABLE'           / Extension type
BITPIX  =                    8 / Binary data
NAXIS   =                    2 / Table is a matrix
NAXIS1  =                  168 / Width of table row in bytes
NAXIS2  =                    5 / Number of rows in table
PCOUNT  =                    0 / Random parameter count
GCOUNT  =                    1 / Group count
TFIELDS =                   19 / Number of columns in each row
EXTNAME = 'AIPS SU '           / AIPS source table
EXTVER  =                    1 / Version number of table
TFORM1  = '1I      '           / 16-bit integer
TTYPE1  = 'ID. NO.         '   / Type (label) of column  1
TUNIT1  = '        '           / Physical units of column  1
TFORM2  = '16A     '           / Character string
TTYPE2  = 'SOURCE          '   / Type (label) of column  2
TUNIT2  = '        '           / Physical units of column  2

TFORM5  = '2E      '           / Single precision array
TTYPE5  = 'IFLUX           '   / Type (label) of column  5
TUNIT5  = 'JY      '           / Physical units of column  5

TUNIT19 = 'DEG/DAY '           / Physical units of column 19
```

[13] draft 1.2 では Binary Table の解説は (1.1 での付録と違って) 本文に移され、TFORM フォーマットコードが大文字でなければならないことの明文化や、TFROMn で使われる 12 種のデータ型や、TDISPn で使用可能な型についての具体的な書式が明文化されている。

```
NO_IF   =      2
VELTYP  = 'LSR     '
VELDEF  = 'OPTICAL '
END
```

3.9 ブロッキングに関する合意

Standard extension ではないが、 各種メディア上でのデータのブロッキングに関する提案が Grosbøl と Wells によりなされ、やはり 1994 年 6 月に IAU FITS WG での投票で合意されたので、概説する。 元文書は、

ftp://nssdc.gsfc.nasa.gov/pub/fits/blocking94.txt

より入手可能 (draft 1.2 では本文中に取り込まれている)。

3.9.1 ビットストリームデバイス

ビットストリームデバイスに対しては FITS ファイルはブロッキングファクター 1 即ち論理レコードサイズである 2880 バイト (=23040 ビット) の固定ブロックで書かれなければならない。この規約は論理的ファイルシステムに書かれる FITS ファイルに対して適用される。

3.9.2 シーケンシャルメディア

固定長ブロック　固定ブロックのシーケンシャルメディアに対しては 2880 バイト論理レコードの整数倍からなる FITS ファイルはビットストリームとして認識され、そのメディアの固有ブロックサイズで書き出され、最後のブロックは固有ブロック長まで 0 で埋められる。FITS リーダーはこの余りの部分を無視するようプログラムされなければならない。この規約は光ディスク (レコードをシーケンシャルなセットとしてアクセスする場合)、QIC フォーマットの 1/4 インチカートリッジテープ、LAN(ローカルエリアネットワーク) に適用される。

2^n バイトの固定ブロックサイズのメディアに対しては $2^n/2880$ のブロッキングファクターを使う。

可変長ブロック　可変ブロック長のシーケンシャルメディアに対しては、1/2 インチ 9 トラックテープのブロッキングで合意されたように、FITS ファイルは 1 と 10 の間の整数のブロッキングファクターで書かれなければならない。この規約は DDS/DAT 4mm カートリッジテープと 8mm カートリッジテープ (Exabyte) に書かれる FITS ファイルに対して適用される。

4 World Coordinates System

現在の *FITS* スタンダードでは座標表現に関しては簡単な変換に対応したいくつかのキーワード (CRVALn, CRPIXn, CDELTn, CTYPEn, CROTAn) しか定義されておらず、実際の天球座標とデータ配列の間の対応を表現するには不十分な点があった。それを補うために (特に AIPS の開発過程において) より一般的な表現方法として提案されているのが World Coordinates System である。ここでは、次の文献の概要を解説する。

"Representations of celestial coordinates in FITS", DRAFT
E.W. Greisen and M. Calabretta, Oct. 30, 1995
ftp://www.cv.nrao.edu/fits/documents/wcs/wcs.all.ps

4.1 インデックスと物理座標

データ配列がデジタルイメージを表わしている場合、データ配列と物理画像との変換はピクセルのうちのどこが (中心かコーナーか) データ点か、ということを知る必要がある。歴史的にいうと、天文学者は一般的に *FITS* ファイルの中のインデックスはピクセルの中心を表わすと仮定してきた。(この解釈は、上記論文でも是認されている。) これはコンピュータグラフィクスで一般的な、ピクセルの中心は .5 の点に対応する、という慣例とは異なっている。*FITS* ファイルでのピクセルは、通常、物理空間の体積要素とみなされ、変換や回転によっては別の視点から見られる可能性がある。そのような操作をした時、要素の中心だけが不変である。現在は、天文のコミュニティではこれに関する標準の規約が決まっていないので、*FITS* ファイル作成者は適切なコメントによって、(COMMENT キーワードを使って) そのファイルがどのような規約に従っているか、を読み取りプログラムがわかるようにすべきである。

データ配列の中の順序と、表示されたイメージの中の位置との関係 (例えば、最初のピクセルが、一番上なのか下なのか) もまた規約の問題である。上記論文によると、*FITS* ファイル作成者は、最初のピクセルが画像の左下隅であり、続くピクセルは画像の右方向へ (直交座標の x-軸のように) 並び、それが順次上方向へ (y-軸) へと続く、ように並べることを推奨している。この規約は、現行の CRVALn などのキーワードを使った座標軸の表現を置き換えるものではない。

4.2 現 FITS での表現

現行の *FITS* では、データ配列のインデックス $(i, j, k, ,)$ から物理量である座標値 $(x_i, x_j, x_k, ,)$ への変換のために以下のキーワードが定義されている。

CTYPEn　座標軸の種類
CRPIXn　参照点でのインデックス
CRVALn　参照点での座標値
CDELTn　参照点での座標値の増分
CROTAn　回転角
(n は座標軸の番号、単位は、SI 系と角度)

これにより、CROTA$i = 0.0$ の場合、座標値 x_i はインデックス i から次式で計算される。

$$x_i = \mathrm{CRVAL}i + \mathrm{CDELT}i \times (i - \mathrm{CRPIX}i) \tag{10}$$

これはあまりにも単純であり、今回より一般的な表現方法が提案された。ここでは特に、天球座標 (*Celestioal Coordinates*) の表現法について解説する。まず、天球座標 (例えば、α, δ) から配列のインデックス (i, j) への変換手順を概説し、逆に (i, j) から (α, δ) を求めるための FITS パラメータについて次に述べる。

4.3 天球座標 (α, δ) からインデックス (i, j) への変換

まず、ある天域を観測した時、天球座標 (α, δ) がどのようにインデックス (i, j) に変換されるかを順を追って考えると次のようになる。

1) 天球座標 (α, δ) から 局所座標 (*"Native" Coordinate*) (θ, ϕ) への変換

2) 局所座標から平面座標への変換 (射影) $(\theta, \phi) \Rightarrow (R_\theta, \phi) \quad$ or $\quad (x, y)$

3) (x, y) から回転、斜交等をへてインデックス (i, j) へ

3) についてはほぼ自明である。1) と 2) について詳しく述べる。

4.3.1 $(\alpha, \delta) \Rightarrow (\theta, \phi)$

天球座標から局所的な ("native") 座標への変換をまず行う。これをしておくと、後の平面への射影が理解しやすくなる。

天球面からこれに接する平面への射影を行うものとする。天球面と平面の接点の天球座標を (α_P, δ_P) とし、天球上でこの点を極とする新たな座標系を設定し、天球上のある点 (α, δ) が新しい座標系で (θ, ϕ) (θ は緯度、ϕ は経度) になるとすると、次の関係が成り立つ。

$$\begin{aligned} \sin\theta &= \sin\delta\sin\delta_P + \cos\delta\cos\delta_P\cos(\alpha - \alpha_P) \\ \cos\theta\sin(\phi - \phi_P) &= -\cos\delta\sin(\alpha - \alpha_P) \\ \cos\theta\cos(\phi - \phi_P) &= \sin\delta\cos\delta_P - \cos\delta\sin\delta_P\cos(\alpha - \alpha_P) \end{aligned} \tag{11}$$

ここで ϕ_P は、元の座標系での極点の、新しい座標系における経度である。

4.3.2 $(\theta, \phi) \Rightarrow (R_\theta, \phi) \quad$ or $\quad (x, y)$

次に射影による局所 ("native") 座標から平面上の座標への変換を行う。

射影平面上に球面との接点を中心とする極座標 (R_θ, A_ϕ) を設定する。A_ϕ は原点を適当にとることにより $\phi = A_\phi$ とすることができるので、θ と R_θ の関係として射影を記述できることになる。ここでは接平面への射影 (Zenithal projection) の一般形およびそのうちの代表的なもの 3 つについて述べる。

〔一般形 (**AZP**)〕射影の投影中心は球面と投影面の接点と球面の中心を通る直線上にあり、その球面中心からの距離を μ とすると、R_θ と θ の関係は

$$R_\theta = \frac{180^\circ}{\pi}\cos\theta(\frac{\mu+1}{\mu+\sin\theta}) \tag{12}$$

となる。投影中心の位置 (μ の値) により射影の性質が完全に決まる。

以下で、代表的な 3 つの射影方法を示す。

〔**TAN**〕$\mu = 0$: 球面の中心が投影の中心になっている場合で、可視光の撮像観測はこのケースにあたる。

〔**SIN**〕$\mu = \infty$: 無限遠方からの投影である。電波干渉計によるマッピング観測はこのケースになる。

〔**ARC**〕シュミット望遠鏡の場合、R_θ と θ の関係が特殊で、$R_\theta = (90^\circ - \theta)$ となっている。

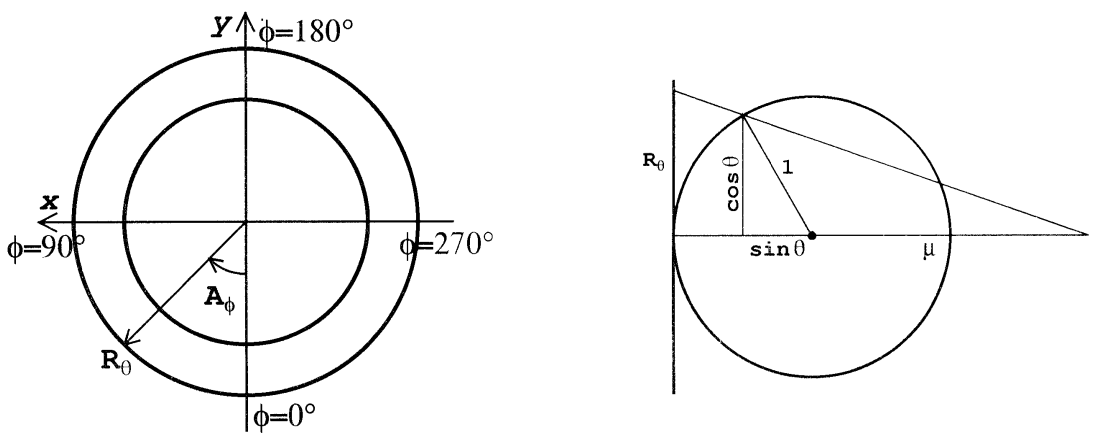

図 2: 投影面上の極座標 (左) と、zenithal 投影の R_θ, θ, μ の関係図 (右)

(R_θ, ϕ) から (x, y) への変換は次式による。

$$x = R_\theta sin\phi \tag{13}$$

$$y = -R_\theta cos\phi \tag{14}$$

(逆は $R_\theta = \sqrt{x^2+y^2}, \phi = arg(-y, x)$)。

以上をふまえ、配列のインデックスから天球座標を求めるための FITS パラメータとその使用法を次節で述べる。

4.4 データ配列から天球座標への変換

4.4.1 データ配列から天球座標を計算する手順

前節の各変換を記述するために、以下の FITS パラメータを追加または定義の変更をする。

追加	PC$nnnmmm$	回転・曲りの記述
	PROJPi	射影の際使われたパラメータ値
	LONGPOLE	ϕ_P
定義変更	CTYPEn	射影の方法

これら新パラメータおよび旧来のパラメータを用いてデータ配列のインデックスを実際の天球座標に変換する手順は次のとおりである。

```
[データ配列 (i,j)]
      ↓          ← 変換 Matrix を掛ける (PCnnnmmm, CRPIXn キーワード)
      ↓              回転 と 曲がり の補正
[平面座標]
      ↓          ← 物理単位に直す (CDELTn キーワード)
[(平面) 物理座標 (x,y)]
      ↓          ← (局所) 球面座標へ投影 (CTYPEn, PROJPi キーワード)
[(局所) 球面座標 (θ , φ )]
      ↓          ← 天球座標へ回転 (CRVALn, LONGPOLE キーワード)
[天球座標 (α , δ )]
```

4.4.2 データ配列から物理座標への変換

データ配列中のピクセル番号 $i, j, k, \ldots$ から、参照ピクセルからの物理座標 $x, y, z, \ldots$ に変換するには線形行列 (回転や曲がりを補正する行列と 1 ピクセル当たりの増分を表す行列) を掛ける。

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \texttt{CDELT1} & 0 & 0 & \cdots \\ 0 & \texttt{CDELT2} & 0 & \cdots \\ 0 & 0 & \texttt{CDELT3} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \texttt{PC001001} & \texttt{PC001002} & \texttt{PC001003} & \cdots \\ \texttt{PC002001} & \texttt{PC002002} & \texttt{PC002003} & \cdots \\ \texttt{PC003001} & \texttt{PC003002} & \texttt{PC003003} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i - i_0 \\ j - j_0 \\ k - k_0 \\ \vdots \end{pmatrix} \tag{15}$$

ここで、$i_0, j_0, k_0, \ldots$ は参照ピクセル (CRPIXn で与えられる)。 PC$nnnmmm$ はピクセル座標を変換する行列 (回転や曲がりの補正をする) で, nnn と mmm は軸の番号。 CDELTn は 1 ピクセル当たりの増分を表す対角行列でこれで物理座標に変換する。 $(x, y, z, \ldots)$ は物理座標である。PC$nnnmmm$ のデフォルト値は $nnn = mmm$ に対しては 1.0 であり $nnn \neq mmm$ に対しては 0.0 である。

4.4.3 (平面) 物理座標から (球面) 天球座標への変換

もし座標軸が線形なら、真の座標は単に CRVALn によって与えられる参照点からのオフセットを加えるだけでよい (前節参照)。そうでない場合は、オフセット量と CRVALn それ

に他のパラメータを使って真の座標値を決める関数の規約について合意が必要となる。

ここでは、天文学的な極座標のペア (天球上の経度と緯度) と様々なシステム (様々な球面投影法で表現されるもの) との変換の規約について扱うことにする。この場合には線形座標でのオフセット値 (x, y) を特定の球面投影法を使った局所的 ("native") な極座標 (θ, ϕ) に変換する計算をすることになる。球面投影のタイプは CTYPEn キーワードの 5 から 8 桁目で特定され、座標のペアの両方の軸に対して同じでなければならない。

例えば、投影面が平面の代表的な投影法である zenithal (または azimuthal) 投影の場合にはパラメータ μ を指定するために新しいキーワード PROJP1 と投影タイプとして AZP を使う。特に $\mu = 0$ の場合は投影タイプは TAN、$\mu = \infty$ の場合は投影タイプは SIN とする。(TAN については後の具体例参照)

これらの関係式を使うと、

$$(x, y) \rightarrow (R_\theta, \phi) \rightarrow (\theta, \phi)$$

のように、局所的 ("native") な極座標が計算できる (前節の図参照)。

最後にこうして得られた極座標のペア (θ, ϕ) を球面上で回転させて天球座標に変換すればよい。天球座標のタイプは CTYPEn キーワードの最初の 4 桁で表され、'RA--' と 'DEC-' (赤経赤緯) とか、'GLON' と 'GLAT' (銀経銀緯) とかとなる。CRVALn キーワードは 局所 ("native") 座標での参照点 (上の zenithal 投影の場合は北極点、即ち $(\phi, \theta) = (0, 90°)$ の点) の天球座標での座標値を表す。球面上での回転を完全に表すための 3 番目の角度パラメータ ϕ_P は、新キーワード LONGPOLE で記述し、デフォルトでは $0°$ または $180°$ である。これらから式 (11) により必要な変換が得られる。

これらによると現在のスタンダードで定義されている CROTAn キーワードは必要でなくなるが、古いキーワードを使ったファイルは新しいキーワードで表現しなおすことができる。

この他にも単位に関する新しいキーワード CUNITn や 1 つの軸に複数の座標が付随する場合 (例えばスペクトルに付随する周波数、速度、波長など) に使うオプションキーワード (CmVALi,CmPIXi, CmELTi, CmYPEi, CmNITi) なども提案されているが、これらについては次のキーワードの表や原論文を参照されたい。

4.4.4 座標の準拠フレーム

赤道座標などの場合 equinox や基本座標システムを与えないと厳密な定義ができないが、このうち基本座標システムを表す新しいキーワードとして RADECSYS が提案されており、次のような値を持つ。

RADECSYS	定義
'FK4 '	平均位置, 古い (IAU 1976 以前) システム
'FK4-NO-E'	平均位置, 古いシステム、ただし e-terms なし
'FK5 '	平均位置, 新しい (IAU 1976 以後) システム
'GAPPT '	Geocentric APParenT place, IAU 1976 以後のシステム

4.5 具体例

次のようなヘッダーのファイルを例に具体的な計算例を示す。

表 10: Example FITS header with coordinates

```
NAXIS    =                    4      / 4-dimensional cube
NAXIS1   =                  512      / x axis (fastest)
NAXIS2   =                  512      / y axis (2nd fastest)
NAXIS3   =                  196      / z axis (planes)
NAXIS4   =                    1      / dummy to give a coordinate
CTYPE1   = 'RA---TAN'               / TAN projection used
CRVAL1   =                45.83      / RA at reference pixel
CRPIX1   =                  256      / reference pixel i
CDELT1   =         -0.00277777       / 10 arcsec per pixel
PC001001 =                  1.0      / no rotation, skew
CTYPE2   = 'DEC--TAN'               / TAN projection used
CRVAL2   =                63.57      / Dec at reference pixel
CRPIX2   =                  257      / reference pixel j
CDELT2   =          0.00277777       / 10 arcsec per pixel
PC002002 =                  1.0      / no rotation, skew
CTYPE3   = 'VELOCITY'               / each plane at a velocity
CRVAL3   =            500000.0      / velocity in m/sec
CRPIX1   =                    1      / reference pixel k
CDELT3   =              7128.3      / 7128.3 m/sec
PC003003 =                  1.0      / no rotation, skew
CTYPE4   = 'STOKES  '               / Polarization
CRVAL4   =                    1      / unpolarized
CRPIX4   =                    1      / at our dummy plane
CDELT4   =                    1      / or anything here.
PC004004 =                  1.0      / no rotation, skew
LONGPOLE =                  180      / native long. of equatorial pole
```

これは通常の光学イメージのファイルであり、512 ドット × 512 ドット × 196 プレーン $(+1cube)$ からなる。参照点は最初のプレーンの $(256, 257)$ 番のピクセルの中央であり、PC キーワードがデフォルトなので回転や曲がりはないことがわかる。

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.00277777 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.00277777 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7128.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i-256 \\ j-257 \\ k-1 \\ l-1 \end{pmatrix}. \tag{16}$$

'VELOCITY' と 'STOKES' は線形軸なので簡単に計算でき、

$$Velocity = 500000. + 7128.3(k-1) meters/sec, \tag{17}$$

$$Stokes = 1.0 + (l-1) = Ipolariz \tag{18}$$

となる。座標の方は投影法が TAN なので、zenithal 投影であり、

$$\phi = \arg(-y, x) = \arg(j-257, i-256) + 180^\circ \tag{19}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{180^\circ}{\pi}\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{20626.48062}{\sqrt{(i-256)^2+(j-257)^2}}\right) \tag{20}$$

で native 座標の経度、緯度が計算でき、さらに CTYPEn や CRVALn キーワードや LONGPOLE キーワードから、

$$\begin{aligned}
\sin\delta &= \sin\theta\sin(63.57) - \cos\theta\cos\phi\cos(63.57) \\
\cos\delta\sin(\alpha - 45.83) &= \cos\theta\sin\phi \\
\cos\delta\cos(\alpha - 45.83) &= \sin\theta\cos(63.57) + \cos\theta\cos\phi\sin(63.57)
\end{aligned} \tag{21}$$

となるので, 結局イメージの最初と最後の隅の座標は、

パラメータ	単位	最初の隅	最後の隅
(i, j)	pixels	(0.5, 0.5)	(512.5, 512.5)
(k, l)	pixels	(0.5, 1.0)	(196.5, 1.0)
ϕ	degrees	44.888	225.112
θ	degrees	88.9944394	88.9944394
α	degrees	47.3853745	44.1885568
δ	degrees	62.8521383	64.2704923
Velocity	m/s	496435.85	1893582.65
Stokes	type	$1.0 \equiv$ I	$1.0 \equiv$ I

となる。

4.6 キーワードと投影法

この論文で提案されている新しい (又は変更がある) キーワードと投影法をまとめておく。

表 11: 座標に関するキーワード

キーワード	使用法	ステータス	コメント
CRVALi	参照点の値	定義明確化	参照点の意味が投影によって強化された; デフォルトなし.
CRPIXi	参照点のピクセル	定義明確化	参照点の意味が投影によって強化された; デフォルトなし.
CDELTi	参照点での増加	定義明確化	参照点の意味が投影によって強化された; デフォルトなし.
CROTAi	参照点での回転	使用抑制	PC$iiijjj$ で置き換え.
CTYPEi	座標/投影のタイプ	定義明確化	球面座標に対して最初の 4 桁が CRVALn で使われる "standard system" を与え、次の 4 桁が投影のタイプを与える (次の Table 参照), デフォルトなし.
CUNITi	座標値の単位	新規	文字列; シンプルなものにすること.
PC$iiijjj$	座標の増分	新規	ピクセル番号を真の座標軸に沿ったピクセル数に直す; デフォルト $= 0(iii \neq jjj), = 1(iii = jjj)$.
CD$iiijjj$	座標の増分	定義化 使用抑制	PC$iiijjj$ × CDELTn 対角行列と同値; デフォルトなし; — 使われるべきでない
CDi_j	座標の増分	定義化 使用抑制	PC$iiijjj$ × CDELTn 対角行列と同値; デフォルトなし; — 使われるべきでない
LONGPOLE	座標の回転	新規	standard system 北極の native system での経度; デフォルト $= 0°$ if $\delta_0 > \theta_0$, $= 180°$ 他.
LATPOLE	座標の回転	新規	standard system 北極の native system での経度; デフォルト (= 999) .
PROJP1	投影パラメータ 1	新規	いくつかの投影法で必要とされるパラメータ; (次テーブル参照); デフォルトなし.
PROJP2	投影パラメータ 2	新規	いくつかの投影法で必要とされるパラメータ; デフォルト = 0 for conicals, = 1 for CYP.
EPOCH	座標の epoch	使用抑制	EQUINOX で置き換え.
EQUINOX	座標の epoch	新規	epoch of the mean equator and equinox in years; (Besselian if < 1984.0, Julian if ≥ 1984.0), デフォルト = 1950.0 for FK4, = 2000.0 for FK5.
MJD-OBS	観測日	新規	観測日の Modified Julian Date (JD - 2400000.5); デフォルト = DATE-OBS or, if missing, EQUINOX.
RADECSYS	参照フレーム	新規	赤道座標系の参照フレームを指定する文字列; デフォルト = 'FK4' for EQUINOX 1950.0, 'FK5' for 2000.0.
CmVALi	参照点での値	新規	$(m = 2, 3, \ldots 9)$ i 軸の副次座標; デフォルトなし.
CmPIXi	参照点のピクセル	新規	副次座標の記述; デフォルトなし.
CmELTi	参照点の増分	新規	副次座標の記述; デフォルトなし.
CmYPEi	座標/投影のタイプ	新規	副次座標の記述; デフォルトなし.
CmNITi	座標値の単位	新規	副次座標の記述; デフォルトなし.

表 12: 投影名と要求されるパラメータ

FITS code	RP	名前	PROJP1	PROJP2
AZP	90	Zenithal perspective	μ	
TAN	90	Gnomic (AZP w $\mu = 0$)		
SIN	90	Orthographic (AZP w $\mu = \infty$)		
STG	90	Stereographic (AZP w $\mu = 1$)		
ARC	90	Zenithal equidistant		
ZPN	90	Zenithal polynomial	P_1	P_2 etc.
ZEA	90	Zenithal equal-area		
AIR	90	Airy	θ_b	
CYP	0	Cylindrical perspective	μ	λ
CAR	0	Cartesian		
MER	0	Mercator		
CEA	0	Cylindrical equal area	λ	
COP	90	Conical perspective	θ_1	θ_2
COD	90	Conical equidistant	θ_1	θ_2
COE	90	Conical equal-area	θ_1	θ_2
COO	90	Conical orthomorphic	θ_1	θ_2
BON	90	Bonne's equal area	θ_1	
PCO	0	Polyconic		
GLS	0	Sinusoidal		
PAR	0	Parabolic		
AIT	0	Hammer-Aitoff		
MOL	0	Molweide		
CSC	0	Cobe Quadrilateralized Spherical Cube		
QSC	0	Quadrilateralized Spherical Cube		
TSC	0	Tangential Spherical Cube		

5 FITS の拡張

5.1 予約された FITS の extension タイプの名前

FITS の extension については最初に認可された ASCII table extension に続いてしばらく ドラフトプロポーザルの段階にあった IMAGE extension と Binary Table extension が相次いで 1994 年 に IAU FITS WG で正式に Standard extension として認められた。その他にもいくつかの extension のプロポーザルが出されているので、現在のステータスと共にまとめておく。

Ext-Name	Status	Reference	Remarks
'BINTABLE'	S	IAU	FITS アーカイヴに定義ファイル あり bintable_aa.*
'IMAGE '	S	IUE	Astron. Astrophys. Suppl. **105**, p53-55, (1994)
'TABLE '	S	IAU	Astron. Astrophys. Suppl. **73**, p365-372, (1988)
'COMPRESS'	R	GSFC	提案中 (by A. Warnock) FITS アーカイヴにファイルあり compress.*
'DUMP '	R	-	binary dumps に使われる予定.
'FILEMARK'	R	NRAO	提案中 (by D. Wells) テープマークに相当する構造 に使われる予定.
'VGROUP '	R	GSFC	HDF Vgroups のために提案中 (D. Jennings)
'A3DTABLE'	L	NRAO	AIPS でサポートされた binary table のサブセット マニュアル 'Going AIPS' にある
'IUEIMAGE'	L	IUE	IUE アーカイヴのためのローカル extension 'IMAGE' と同じである

表 13: 予約された Extension タイプ名

Codes	意味
S	IAU FITS ワーキンググループで是認され、IAU により認められた スタンダード extension
P	地域の FITS 委員会では是認されたが、IAU FITS ワーキンググループでは まだされていない FITS の extension のプロポーザル.
D	地域の FITS 委員会で議論されている extension プロポーザルのドラフト.
R	完全なドラフトプロポーザルがまだできていない予約されたタイプ名.
L	ローカルな FITS extension.

表 14: Status Codes

5.2 提案中のその他の規約

5.2.1 Checksum Proposal

R. Seaman(NOAO) と W. Pence(GSFC/NASA) により、FITS ヘッダーにチェックサムを埋め込むための機構が提案されている。これは、FITS ファイル中のデータがエラーなく移送されたかどうかの検証のために使える。ドキュメントは以下のサイトより入手可能。

ftp://iraf.noao.edu/misc/cheksum/

5.2.2 Hierarchical Grouping Convension

D. Jennings (GSFC / NASA), W. Pence (GSFC / NASA), M. Fork (NCSA), B. Schlesinger (GSFC / NASA) は 1 つのファイル中に物理的に分散したり、異なるファイル中に分散している、FITS HDUs を論理的にグループ化するための規約を提案している。これは FITS table (ASCII または Binary) を用いて 1 つのグループに属する HDUs の情報をカプセル化するものである。ドキュメントは Web を通じて次のとおり参照可能。

http://acadia.gsfc.nasa.gov/convert/group.html

5.2.3 OBJECT キーワードの拡張

OBJECT キーワードは *FITS* の予約されたキーワードであるが、NOST による Definition of the *FITS* のセクション 5.3.2.1 では最初の 8 キャラクタまでしかデコードを要求すべきでない、との記述があるため、対象天体によっては問題になることが多々ある。このため、これを正式に拡張しようという動きが始まっている。原理的には 68 (= 80 - 8(キーワード分) - 2(= の分) - 2(" の分) までが値として使えるが、多分 32 キャラクタ程度が必要だろう、ということで現在議論中である。

`OBJECT␣␣=␣'NVSS␣J000000-200449␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣'␣/␣32-char`

5.2.4 MIME コードとしての FITS の登録

インターネットと WWW の普及に伴い、*FITS* をイメージやデータのタイプとして、MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) に登録しよう、という動きがある。現在の案では、

proposed MIME code	purpose
image/fits	basic "cllasical" FITS
application/fits-image	FITS images with extensions
application/fits-table	null images with table(s)
application/fits-group	Random Groups files

のようになっている。NOST のスタンダードが IAU-FWG で是認されれば、RFC を出すことになるだろう。

5.3 FITS の拡張の手順

現在 FITS の規格は IAU(International Astronomical Union) の FITS WG(Working Group) が決定権を持っている (1988 年の IAU 総会による)。IAU FITS WG の現在の議長は D. Wells(NRAO) で、副議長は E. Raimond(NFRA) であり、また、WG には各地域から代表委員が参加している。日本からは投票権を持つ委員 (後述) として金光理 (福岡教育大)、投票権を持たない委員として吉田重臣 (木曽観測所) と満田和久 (宇宙研) が参加している。

データ構造の開発者が既存の FITS フォーマットにしっくりこない部分がある場合、新たな拡張を開発、提案することができる (もちろん新しい拡張は既存のフォーマットに影響を与えるものであってはならない)。この新しい拡張が正式に FITS の拡張として認められるまでの手順は次のとおりである。

1. ユニークな名前の新しい extension を IAU FITS WG に登録
2. 天文コミュニティでの議論 (多くは電子的な) の後正式なプロポーザル
3. プロポーザルに基づく議論、改良、テストラン
4. 天文コミュニティでの合意に達したら批准のため地域委員会に提出
   (地域委員会は現在、European、Japanese、American Astronomical Society の WGAS(Working Group on Astronomical Software) の 3 つがある)
5. IAU FITS WG での投票、認可を経て正式な extension となる

5.4 キーワードのまとめ

簡便なリファレンスのため、キーワードの表を掲載する (これは FITS スタンダードの付録の一部である)

5.5 DATExxxx キーワードと 2000 年問題

5.5.1 DATExxxx キーワードに関する問題の経緯

当初の *FITS* の規格では、`DATE` キーワード (`DATE-OBS` などの関連キーワードも) の形式は、例えば 1997 年 2 月 18 日なら `'18/02/97'` のような形で表すとされていた。この形式の問題は、年のところが下 2 桁しか使っていないことにあり、2000 年が来ると、下 2 桁だけでは、1900 年代のことか 2000 年代のことかの区別がつかなくなってしまう。この点について、1996 年 6 月 25 日づけで Peter Bunclark(RGO) が sci.astro.fits に疑問を提示し、その後 sci.astro.fits でいろいろな議論が交わされてきた。それを受けて、主に、A) DATExxxx キーワードの日付フィールドの書式変更で対処するか、あるいは B) DATExxxx を置き換える新たなキーワードを定義する方向で対処するか、について、IAU FWG の Chair である Don Wells が sci.astro.fits でアンケートを取り、また、Preben Grosbol が IAU FWG のメンバーに同様のアンケートを取って問題の整理と意見の集約を行った。そして、これらをまとめた提案を Bunclark が 1996 年 11 月 19 日に公開し、ヨーロッパ *FITS* 委員会が投票の結果採択した (1996 Dec.20)。

Principal HDU	Conforming Extension	ASCII Table Extension	Random Groups Extension	Binary Table Extension
SIMPLE	XTENSION	XTENSION[1]	SIMPLE	XTENSION[2]
BITPIX	BITPIX	BITPIX = 8	BITPIX	BITPIX = 8
NAXIS	NAXIS	NAXIS = 2	NAXIS	NAXIS = 2
NAXISn	NAXISn	NAXIS1	NAXIS1 = 0	NAXIS1
EXTEND[3]	PCOUNT	NAXIS2	NAXISn	NAXIS2
END	GCOUNT	PCOUNT = 0	GROUPS	PCOUNT = 0
	END	GCOUNT = 1	PCOUNT	GCOUNT = 1
		TFIELDS	GCOUNT	TFIELDS
		TBCOLn	END	TFORMn
		TFORMn		END
		END		

[1] XTENSION=␣'TABLE␣␣␣' for the ASCII Table extension.

[2] XTENSION=␣'BINTABLE' for the binary table extension.

[3] Required only if extensions are present.

表 15: このドキュメントで記述されている構造に関する必須 *FITS* キーワード.

Principal HDU General	Principal HDU Array	Conforming Extension	ASCII Table Extension	Random Groups Extension	Binary Table Extension
DATE	BSCALE	EXTNAME	TSCALn	PTYPEn	TTYPEn
ORIGIN	BZERO	EXTVER	TZEROn	PSCALn	TUNITn
BLOCKED	BUNIT	EXTLEVEL	TNULLn	PZEROn	TNULLn
AUTHOR	BLANK		TTYPEn		TSCALn
REFERENC	CTYPEn		TUNITn		TZEROn
COMMENT	CRPIXn				TDISPn
HISTORY	CROTAn				TDIMn
␣␣␣␣␣␣␣␣	CRVALn				THEAP
DATE-OBS	CDELTn				
TELESCOP	DATAMAX				
INSTRUME	DATAMIN				
OBSERVER					
OBJECT					
EQUINOX					
EPOCH					

表 16: このドキュメントで記述された構造に関する予約された *FITS* キーワード。注: EPOCH と BLOCKED キーワードはこのドキュメントでは軽視されている.

Production	Bibliographic	Commentary	Observation	Array
DATE	AUTHOR	COMMENT	DATE-OBS	BSCALE
ORIGIN	REFERENC	HISTORY	TELESCOP	BZERO
BLOCKED		␣␣␣␣␣␣␣␣	INSTRUME	BUNIT
			OBSERVER	BLANK
			OBJECT	CTYPEn
			EQUINOX	CRPIXn
			EPOCH	CROTAn
				CRVALn
				CDELTn
				DATAMAX
				DATAMIN

表 17: このドキュメントで記述された一般的な予約された *FITS* キーワード。注: EPOCH と BLOCKED キーワードはこのドキュメントでは軽視されている。

その後、アメリカの WFC(WGAS(Working Group for Astronomical Software) の FITS Comittee) が議論し、A. Rots が改訂版を、1997 年 6 月 27 日に公開し、WFC 及び日本 *FITS* 委員会がこれを是認した。これを受けて、IAU-FWG で正式投票の準備が始まり、そこでの議論を受けてさらに A. Rots によって改訂されたバージョン (1997 年 10 月 24 日) を元に投票が実施され、正式に是認された。ここではその全容を紹介し、関連するソフトウェア開発者の方への注意を喚起したい。

5.5.2 DATE-OBS キーワードの精細な再定義

Peter Bunclark, 1996 Nov.19
修正: Arnold Rots, 1997-10-24T21:03:30

[**Introduction**] このドキュメントは公式には DATE-OBS キーワードの値のフィールドの形式の定義をするが、同じフォーマットは他の "DATE" で始まるすべてのキーワード群すべてにも適用され、それらの値は日付 (とオプションで時間) に関する情報を含む。データ交換で使われる既知のそうしたキーワードとしては、DATE, DATE-OBS, DATE-END, DATE-MAP がある。これらのキーワード群を総称して DATExxxx キーワードと称する。オリジナルの DATExxxx キーワード (特に DATE-OBS) は次のような不都合を生じるので定義を変更することが望ましい。

1. 年が 2 桁である。数値化された天文データは 1 世紀以上残るし、西暦年の最初の 2 桁が 19 から 20 になってしまう。
2. DATExxxx のタイムスケールが定義されていない。
3. DATE-OBS と観測の開始、真ん中、終了との関係が定義されていない。
4. 日、月、年の順になっている。従って日付を ASCII 順にソートできない。

[再定義の範囲]　次の 3 つの主な事項を扱う。

1. DATExxxx キーワードで使われる日付を表す文字列のフォーマット
2. DATE-OBS キーワード自身の将来
3. 使用されるタイムスケール (タイムシステム) の特定

[日付文字列フォーマットの提案]

1. DATExxxx の旧形式のフィールド (`'DD/MM/YY'`) は 1900-1999 を表す。19 世紀のプレートのデジタイズが *FITS* ファイルになっているような例 (この提案以前に作成されたファイルのみが有効である) は特例として扱う。
2. 新しい推奨フォーマットは ISO-8601 のサブセットで次のどちらかである。

   (a) `'CCYY-MM-DD'`

   (b) `'CCYY-MM-DDThh:mm:ss[.sss...]'`

   <CCYY> はカレンダー年を現す。<MM> はその年のカレンダーの月の数、<DD> はその月のカレンダーの日付の数である。<hh> はその日の時間を表し、<mm> は分を、<ss[.s...]> は秒を現す。秒のフィールドの整数部は通常 [0..59] の範囲だが、タイムスケールが UTC の場合はうるう秒を示すため 60 も使われる。'T' は ISO 8601 の時間指定子である。

   短い形式ではターミネータやセパレータ (T のような) はなくてもかまわない。長い形式では日付と時間の間に時間指定子 'T' がなければならない。小数点をあらわすキャラクタは ASCII の点 (.)(16 進で、0x2E) である。秒の小数点以下は *FITS* ヘッダーカードの限界内なら何桁でもかまわない。
3. 日付または日付/時間をフルに指定する文字列のみが許容される。デフォルトはなく、先行する 0 は省略されない。秒の小数点以下はオプションである。

[**DATE-OBS** キーワードの使用法]

1. キーワードの名前は `DATE-OBS` のまま。
2. これ以後 `DATE-OBS` は観測の開始を表すと仮定されるべきである。それ以外の解釈はコメントフィールドで精確に指定する。
3. すべての DATExxxx キーワードはデフォルトでは、その日付部分にグレゴリオ暦を使用していると解釈される。
4. DATExxxx キーワードの値は、`DATE` キーワード (後の節参照) を除いて、それが属する HDU の主要なタイムスケールまたはタイムシステムで表現されるべきである。デフォルトは、UTC(1972 年以後のデータ) か UT(1972 年以前のデータ) である。もしどれが主要なタイムスケールか、という点に関してあいまいさが残る可能性があれば、どちらを選ぶべきかはコメントで明確にすべきである。

5. タイムシステム又はタイムスケールは明示的に示されることが推奨される。ただし、タイムスケールの指定を無視してデフォルトの仮定をした結果のエラーは 1001-01-01 から 3000-12-31 の間の期間では 1000 秒を超えないだろう、ということを製作者は仮定できる。

6. デフォルトでは、TAI やそれと同期する時間 (UTC や TT) では、時間は検出器 (実際には観測所) のところで計測されたとみなされるだろう。座標時 (TCG や TCB) や TDB などの明白な座標原点と結びついた時間の場合は、時間の値のデフォルトの意味は、観測がその座標時の原点で行われた、ということになるだろう。これらのデフォルトは慣習となる。将来の FITS ファイルでのタイムスケールの規約は他の組み合わせを許すかもしれないが、このデフォルトの扱いは保持されるべきである。

[**DATE** キーワードの使用]

1. DATE キーワードの日付時間の値は、HDU の作成時を表わす。

2. DATE キーワードの値は、地球上で作成された HDU に対して、このプロポーザルで定義された日付時間のフォーマットが使われる場合は常に UTC で表わされるべきである。

[例]　1996 年 10 月 14 日の有効な表現を 3 つあげると次のようになる。

```
DATE-OBS= '14/10/96'     / Original format, means 1996 Oct 14.
DATE-OBS= '1996-10-14'   / Date of start of observation, by default UTC.
DATE-OBS= '1996-10-14T10:14:36.123' /Date & Time of start of obs.in UTC.
```

[移行措置]　FITS 読み取りプログラムは永遠に、古いフォーマットを 20 世紀の日付と解釈しなければならない (00 は 1900 と解釈される)。読み取りプログラムは早急に新フォーマットに対応しなければならない。メジャーな天文パッケージの作者が彼らのソフトウェアを改訂するまでに適当な時間を取り、FITS 書き込みプログラムは新しいフォーマットでの書き込みの開始を、1999-01-01T00:00:00 から 2000-01-01T00:00:00 の間に開始しなければならない。

1999-01-01 以前に配布、運用される FITS 書き込みコードは、書き込みする年を古い日付けフォーマットで表わすか、新しいフォーマットで表わすかを決めるためのテストをするようにコーディングされなければならない。1900-01-01 以前の DATE-OBS の場合は新しいフォーマットで書かなければならない。

[付録: 提案されているタイムスケールの仕様]　[注: この付録は公式の DATExxxx 合意の一部ではない。]

1. タイムスケールを特定するため TIMESYS キーワードの使用が推奨される。それは、HDU 中のすべての時間に関するキーワードと日付に対して支配的なタイムシステムを設定する。(即ち、恒星時や重心補正などの、他のタイムスケールへの変換のための情報を提供するキーワードやデータコラムの追加を排除しない。) 各々の HDU

は 1 つ以上の TIMESYS キーワードを含むべきではない。当初公式に許容される値は次のとおりである。

UTC (Coordinated Universal Time; 1972 年以降定義される)

UT (Universal Time, 1925 年以降グリニッジ標準時 (GMT) と等価。1972 年以前では UTC と等価)

TAI (International Atomic Time。"うるう秒を含まない UTC" 1997-07-01 では UTC より 31 秒進んでいる)

IAT (International Atomic Time。TAI と同じ (別の略しかたをしただけ)

ET (Ephemeris Time, TT の前任にあたり 1984 年まで有効)

TT (Terrestrial Time, 1984 年以降 IAU の標準タイムスケール。ET から連続しており、TAI と同期している (32.184 秒進んでいる))

TDT (Terrestrial Dynamical Time = TT)

TDB (Barycentric Dynamical Time)

TCG (Geocenteric Coordinate Time。1977-01-01 以降 TT よりおよそ 22 ミリ秒/年の割合で進んでいる。)

TCB (Barycentric Coordinate Time。1977-01-01 以降 TDB よりおよそ 0.5 秒/年の割合で進んでいる。)

参考文献として次のものをあげておく。

Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac, P.K. Seidelmann, ed.,

University Scence Books, 1992, ISBN 0-935702-68-7

http://tycho.usno.navy.mil/systime.html

GPS 時間 (19 秒 TAI より遅れている) の使用は軽視される。

2. デフォルトでは、時間は検出器 (あるいは実際には観測所) で、TAI と同期した時間 (TAI, TUC, TT) で計られたと考える。座標時 (TCG や TCB) や TDB のような明白な座標原点の場合には、デフォルトの時間の意味は、観測がその座標システムでの原点で行われたような意味合いになる。これらのデフォルトは慣習となる。将来の *FITS* ファイルでのタイムスケールの規約は他の組み合わせを許容するかもしれないが、このデフォルトの扱いは保持されるべきである。これらの根拠は、生の観測データはほとんど TAI と同期した時計でタグがつけられており、座標時や TDB への変換は通常空間的な変換を伴うからである。これは道筋の長さの違いが補正されるべきであることを意味する。注意すべきことは、TDB-UTC の差はほぼシヌソイダルであり、ソースの位置によって、1 年の周期と 500 秒の振幅を持つことである。また、位置が明白でない場合 (干渉計のように) 精確な位置の特定を、例えば、地心カルテシアン座標のような形で、することが強く勧められる。

3. "TT" は IAU の標準である。これは "TDT" や "ET" と等価であると考えられる。ただし、"ET" は 1984 年以降のデータには使われるべきではない。Explanatory Supplement の pp. 40-48 を参照のこと。

4. もし TIMESYS キーワードがない、または有効な値を持っていない場合は、1972 年以降の日付にたいしては、”UTC” が、1972 年以前のデータでは、”UT” が仮定される。

5. 例
   これまでのことから、1996 年 10 月 14 日の表現の 3 つの具体例は次のようになる。

```
DATE-OBS= '14/10/96'           / Original format, means 1996 Oct 14.

TIMESYS = 'UTC     '           / Explicit time scale specification: UTC.
DATE-OBS= '1996-10-14'         / Date of start of observation in UTC.

DATE-OBS= '1996-10-14'         / Date of start of observation, also in UTC.

TIMESYS = 'TT      '           / Explicit time scale specification: TT.
DATE-OBS= '1996-10-14T10:14:36.123' / Date and time of start of obs. in TT.
```

6. この付録で提案された規約は、既存の High Energy Astrophysics FITS 規約の上に構築された RXTE アーカイヴで採用され、使われている、ミッションースペシフィックなものの一部である。以下を見よ。

   http://legacy.gsfc.nasa.gov/docs/xte/abc/time_tutorial.html

   http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/xte/abc/time.html

   VLBA プロジェクトでは、TIMESYS ではなく TIMSYS キーワードを使う規約を採用しており、現在は、UTC と IAT の値を許している。次の p.9 と p.16 を見よ。

   http://www.cv.nrao.edu/fits/documents/drafts/vlba_format.ps

6　すばる FITS ヘッダ統一案 (観測装置開発者に向けて)

「すばる」立ち上げを控え、「すばる」に関連した FITS データの共通ヘッダー、観測装置固有ヘッダー、サンプルヘッダー案が改訂されたので、それをここに紹介する。(この項目は改訂が頻繁に行なわれているので最新情報は Web 上を参照のこと (7.4.4 節参照。ただしアクセス制限あり)。)

(この節は「すばる FITS 検討会」(小杉、市川、濱部、水本、矢動丸、金光、高田、洞口、泉浦、渡辺、青木 (賢、和) 他すばる各観測装置開発者の協力による。)

6.1　すばる FITS ヘッダールール (Ver.1.0.2(May 20, 1998))

すばるの観測装置で取得されたデータは、全て観測装置から FITS 形式で出力される。これらの FITS データはハワイ島ヒロの山麓施設 (ハワイ観測所) でアーカイブされ、将来公開される予定である。アーカイブの検索項目は、基本的に全て FITS ヘッダーに含まれていなければならない。また、いくつもの観測装置のデータを一括して検索できるようにするためにも、FITS キーワードは可能な限り観測装置間で共通化すべきである。データ解析に関しては、解析に必要なパラメータは FITS ヘッダーから抽出される場合が多い。解析処理ソフトウェアの共通化による開発作業の省力化を図るためにも FITS キーワードの共通化が望まれる。　そこで、すばるでは以下の FITS ヘッダールールを定める。

- 基本的に FITS のルール (NOST Standard、 この手引き第 3 章参照) に従う。
- ヘッダー辞書 (次節参照) で定義されたのキーワードを、定義した意味以外では使用しない。また、ヘッダー辞書内で Common と分類されたキーワードは必ず使用しなければならない。(なぜこれらのキーワードがすばる FITS データで重要なのか、は下の注を参照。)
- 観測装置固有ヘッダー一覧は共通ヘッダーキーワードと同様に観測装置グループが辞書を作成し、公開しなければならない (装置固有ヘッダー辞書参照)。
- 観測装置固有キーワードは、以下に例示するような'COMMENT' で始まる行を挿入することによりブロック化する。
  COMMENT Subaru Device Dependent Header Block for FOCAS
- 観測装置固有のヘッダーは、頭 2 文字を装置ＩＤとして与え、残り 6 文字を装置開発者が自由に使用する。その際可能な限り略号表に従った記述を行う。装置 ID は 'A_', 'B_', 'C_' のような形式とし、重複は許されない。現在、'C_': CIAO、'F_': FOCAS、'H_': HDS、'M_': MIRTOS、'O_': OHS、'S_': Suprime-Cam, が予約されている。
- キーワード作成時の略号の組み合わせ順序は、キーワードのカテゴリーを参照して
  Image,Instrument,Telescope / Time / Environment / Statistics,Unit / Action
  とする (略号表 (6.4 節) 参照、各略号はさらに短縮可能)。例えば、露出開始時のスリットポジションアングルは、スリット: SLT、ポジションアングル: P/PA、露出開始時: STR を組み合わせて作成するが、その順序は、SLT (Category = Instrument)、P/PA (Statistics / Unit)、STR (Action) となり、キーワードは SLT_PSTR となる。
- 撮像観測の場合は WCS を記述する。
- Extension については ASCII Table Extention のみが使用可能である。
- 天体名は可能な限り IAU 表記に従う。

- 値の単位は辞書の記述に従うが、基本的に SI 単位系とする。
- インラインコメントにはキーワードの意味、及び、値の単位が明示される。
- ピクセルの座標値はピクセル中央を基準とし、ピクセル番号は 1 から始まる。

(注: なぜ COMMON キーワードがすばる FITS データで重要なのか)

Keyword Name	**Reason**
AIRMASS	Roughly estimated one is convenient in archival search
BIN-FCT1	The basic keyword for image features
BIN-FCT2	The basic keyword for image features
BITPIX	The basic keyword for image features
BLANK	The basic keyword for image features
BSCALE	The basic keyword for image features
BUNIT	The basic keyword for image features
BZERO	The basic keyword for image features
CDELT1	The basic keyword for image features
CDELT2	The basic keyword for image features
CRPIX1	The basic keyword for image features
CRPIX2	The basic keyword for image features
CRVAR1	The basic keyword for image features
CRVAR2	The basic keyword for image features
CTYPE1	The basic keyword for image features
CTYPE2	The basic keyword for image features
CUNIT1	The basic keyword for image features
CUNIT2	The basic keyword for image features
DATASET(*)	Only needed to OBJECT type data. Needed by DASH.
DATA-TYP	Used as an key for archival search and essential for data alalysis.(DASH etc)
DATE-OBS	The basic keyword for image features
DEC	The basic keyword for image features (origin of RA2000 & DEC2000)
DEC2000	DEC may not be written in J2000.0. The key for archival search by coordinate.
DETECTOR	The basic keyword for image features
DET-TMP	The basic keyword for image features
DISPAXIS(S)	Convenient in spectrum plotting of raw data.
DISPERSR(S)	The basic keyword for image features
END	Essential for FITS data
EQUINOX	Essential for knowing RA and DEC eposh, and calculating RA2000 & DEC2000
EXP-ID	For the grouping of data by simultaneous exposure.
EXPTIME	The basic keyword for image features
EXTEND	Essential for FITS data with ASCII Table Extensions.
FOC-POS	The basic keyword for observation description
FOC-VAL	Needed by QDAS in ficusing task.
FRAMEID	This is the unique key for archival system.
GAIN	The basic keyword for image features
HST	The basic keyword for observation description
INSTRUME	This is used in online data registration at Hilo.
LONGPOLE(I)	The basic keyword for image features
LST	The basic keyword for observation description
MJD	This is used in data search as a unique key for time.
NAXIS	Essential for FITS data
NAXIS1	Essential for FITS data with 2-d image
NAXIS2	Essential for FITS data with 2-d image
NAXIS3	Essential for FITS data with 3-d image as those from MIRTOS
OBJECT	The basic keyword for observation description
OBS-ALOC	Can identify the control mode and where the instrument was.
OBSERVAT	The basic keyword for observation description
OBSERVER	The basic keyword for observation description
OBS-MOD	The key for selecting data in data search in archival system
PCnnnmmm(I)	Essential for setting control comamnd to telescope (moving object onto the slit etc)
POLARIZn(P)	The basic keyword for observation description
PROP-ID	Essential for setting view parameter in archival system
RA	The basic keyword for observation description (origin of RA2000 & DEC2000)
RA2000	RA may not be written in J2000.0. Key for archival search by coordinate.
RADECSYS	RA and DEC may not be written in FK5.
RET-ANGn(P)	Essential in data analysis of polarimetric data.
RETPLATn	The basic keyword for observation description
SIMPLE	Essential for FITS data
SLIT(S)	The basic keyword for observation description
SLTCPIX1(S)	Convenient in making plot of raw data spectrum
SLTCPIX2(S)	Convenient in making plot of raw data spectrum
SLT-LEN(S)	The basic keyword for observation description
SLT-PA(S)	The basic keyword for observation description
SLT-WID(S)	The basic keyword for observation description
TELESCOP	Essential for knowing the origin of data
TELFOCUS	Can be one of the key for identifying the causarity of empty image.
TIMESYS	Essential for knowing time system used in the data
UT	The basic keyword for observation description
WAVELEN(S)	Convenient in making plot of raw data spectrum.
WAV-MAX(S)	Convenient in making plot of raw data spectrum.
WAV-MIN(S)	Convenient in making plot of raw data spectrum.
WCS-ORIG(I)	Used for identifying WCS is written by toolkit or not.

6.2 基本ヘッダー辞書

6.2.1 基本ヘッダー辞書各項目の説明

観測装置間で共通化できるキーワードは、基本ヘッダー辞書に記述される。基本ヘッダー辞書内の各項目の意味は以下の通りである。

Header Key Word： FITS ヘッダーキーワード

Revised: 最終更新日付

Importance： 重要度。以下の値をもつ

Common： 必須キーワード

Imaging： 撮像データに必須なキーワード

Spectroscopy： 分光観測データに必須なキーワード

Polarimetry： 偏光観測データに必須なキーワード

Object: 天体フレームに必須なキーワード

Optional： キーワードの定義のみで、必須ではない。ただし、装置固有キーワードの中で基本ヘッダー (Optional) と同じ意味のものがある場合には、基本ヘッダーを優先する。

Alias: ツールキットの Status Distribution Service を利用して OBS からステータスを取得する場合の指定キーワード。ここに Toolkit と書かれていれば、(FITS 化)Toolkit により入力が可能である。また、Next Toolkit となっていれば、次バージョンのツールキットで計算ツールを提供予定。全観測装置に共通なものは、"FITS.SBR.????" の形式をとり、観測装置ごとに参照ステータスが変化するものは、"FITS.#Inst.????" の形式をとる。ただし、'#Inst' は観測装置の 3 文字略称で、以下の通り。

- IRCS − > IRC
- AO − > AOS
- CIAO − > CIA
- OHS − > OHS
- FOCAS − > FCS
- HDS − > HDS
- COMICS − > COM
- Suprime-Cam − > SUP
- MIRTOS − > MIR

Value Format： キーワード値の記述形式 (C 言語と違い例えば `%7.5f` は最大 7 桁)

Type： キーワード値のデータ型

Unit： キーワード値の単位。キーワード値の単位は基本的にこの単位で記述するものとする。ただし、どうしても問題が生ずる場合には、別途すばる側担当者と相談のこと。

Recommend： すばるが推奨する規定値。矛盾が生じない限りこの値を使用する。SIMPLE, OBSERVAT については必ずこの値を使用する。

Comment： FITS ヘッダー内に記述されるインラインコメントの内容。値に単位が必要な場合は、単位の記述もおこなう。

Description： キーワードの意味定義

6.2.2 基本ヘッダー辞書 (1998/07/02)

紙面の都合により、上記項目の内 Header Key Word ~ Comment の中の 8 つの項目を ABC 順の辞書に収録し、残りは Importance 順の辞書に収録した。

- Key Word の ABC 順基本辞書

[Dictionary = Basic] (Key Word の ABC 順、その 1(1/3): A ~ DET)

Header Key Word	importance	Value Format	Type	Unit (Recommend)	Revised	Comment
ADC	Optional	%7.3f	double	degree	98/07/30	ADC PA during exposure(degree)
ADC-END	Optional	%7.3f	double	degree	98/06/30	ADC PA at exposure end(degree)
ADC-STR	Optional	%7.3f	double	degree	98/06/30	ADC PA at exposure start(degree)
ADC-TYPE	Optional	%30s	string		98/08/12	ADC name/type if used
AIRMASS	Common	%9.5f	double		98/06/30	Averaged Air Mass
AIRM-END	Optional	%9.5f	double		98/06/30	Air Mass at end
AIRM-STR	Optional	%8.5f	double		98/06/30	Air Mass at start
ALT-END	Optional	%8.5f	double	degree	98/06/30	Altitude at exposure end (degree)
ALTITUDE	Optional	%8.5f	double	degree	98/06/30	Altitude of telescope pointing(degree)
ALT-STR	Optional	%8.5f	double	degree	98/06/30	Altitude at start exposure(degree)
AO-FREQ	Optional	%3d	integer	Hz	98/06/30	frequency of AO loop (Hz)
AO-TIP	Optional	%3s	string		98/06/30	AO tip-tilt on/off
AO-WFS	Optional	%9.5f	double		98/06/30	sigma of deformable mirror
APERTURE	Optional	%30s	string		98/06/30	Identifier of the entrance aperture
APTC-DEC	Optional	%.8f	double	degree	98/06/30	DEC of the aperture center(degree)
APTCPIX1	Optional	%.3f	double	pixel	98/06/30	Aperture center projected on det.(pix)
APTCPIX2	Optional	%.3f	double	pixel	98/06/30	Aperture center projected on det.(pix)
APTC-RA	Optional	%.8f	double	degree	98/06/30	RA of the aperture center(degree)
APT-SIZE	Optional	%.3f	double	arcsec	98/06/30	Diameter of the aperture (arcsec)
AUTOGUID	Optional	%3s	string		98/06/30	Auto Guide on/off
AZ-END	Optional	%9.5f	double	degree	98/06/30	Azimuth angle at exposure end (degree)
AZIMUTH	Optional	%9.5f	double	degree	98/06/30	Azimuth of telescope pointing (degree)
AZ-STR	Optional	%9.5f	double	degree	98/06/30	Azimuth angle at exposure start(degree)
BIN-FCT1	Common	%2d	integer	pixel	98/06/30	Binning factor of X axis (pixel)
BIN-FCT2	Common	%2d	integer	pixel	98/06/30	Binning factor of Y axis (pixel)
BITPIX	Common	%3d	integer		98/04/09	# of bits storing pix values
BLANK	Common	%d	integer		98/06/30	Value used for NULL pixels
BSCALE	Common	%.1f	double	(1.0)	98/06/30	Real=fits-value*BSCALE+BZERO
BUNIT	Common	%30s	string		98/06/30	Unit of original pixel values
BZERO	Common	%.1f	double	(0.0)	98/06/30	Real=fits-value*BSCALE+BZERO
C2ELT1	Optional	%13.8f	double		98/04/09	Size projected on detector X-axis(deg)
C2ELT2	Optional	%13.8f	double		98/04/09	Size projected on detector Y-axis(deg)
C2NIT1	Optional	%10s	string	(degree)	98/04/09	Units used in both C2VAL1 and C2ELT1
C2NIT2	Optional	%10s	string	(degree)	98/04/09	Units used in both C2VAL2 and C2ELT2
C2PIX1	Optional	%+6.1f	double	pixel	98/08/24	Reference pixel X on detector(pixel)
C2PIX2	Optional	%+6.1f	double	pixel	98/08/24	Reference pixel Y on detector
C2VAL1	Optional	%13.8f	double		98/04/09	Physical value of the ref. pixel X (deg)
C2VAL2	Optional	%13.8f	double		98/04/09	Physical value of the ref. pixel Y (deg)
C2YPE1	Optional	%16s	string	(RA---TAN)	98/04/09	Pixel coordinate system
C2YPE2	Optional	%16s	string	(DEC--TAN)	98/04/09	Pixel coordinate system
CDELT1	Common	%13.8f	double		98/06/30	X Scale projected on detector(#/pix)
CDELT2	Common	%13.8f	double		98/06/30	Y scale projected on detector(#/pix)
COADD	Optional	%2d	integer		98/06/30	Frame is created by # of sub-exposures
COMMENT	Optional	%s	string		98/06/30	Comment
CRPIX1	Common	%+6.1f	double	pixel	98/08/24	Reference pixel in X (pixel)
CRPIX2	Common	%+6.1f	double	pixel	98/08/24	Reference pixel in Y (pixel)
CRVAL1	Common	%13.8f	double		98/06/30	Physical value of the reference pixel X
CRVAL2	Common	%13.8f	double		98/06/30	Physical value of the reference pixel Y
CTYPE1	Common	%16s	string	(RA---TAN)	98/06/30	Pixel coordinate system
CTYPE2	Common	%16s	string	(DEC--TAN)	98/06/30	Pixel coordinate system
CUNIT1	Common	%10s	string	(degree)	98/06/30	Units used in both CRVAL1 and CDELT1
CUNIT2	Common	%10s	string	(degree)	98/06/30	Units used in both CRVAL2 and CDELT2
DATASET	Object	%20s	string		98/06/30	ID of an observation dataset
DATA-TYP	Common	%15s	string		98/06/30	Type / Characteristics of this data
DATE-OBS	Common	%10s	string	UTC	98/06/30	Observation start date (yyyy-mm-dd)
DEC	Common	%12s	string		98/06/30	+/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing
DEC2000	Common	%12s	string		98/06/30	+/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing
DET-Ann	Optional	%.3f	double	degree	98/06/30	Relative angle of nn-th detector (deg)
DETECTOR	Common	%10s	string		98/06/30	Name of the detector/CCD
DET-ID	Optional	%d	integer		98/06/30	ID of the detector used for this data
DET-NSMP	Optional	%2d	integer		98/06/30	# of multiple sample in each exposure
DET-P1nn	Optional	%.5f	double	arcsec	98/06/30	Relative X pos of nn-th detector(arcsec)
DET-P2nn	Optional	%.5f	double	arcsec	98/06/30	Relative Y pos of nn-th detector(arcsec)
DETPXSZ1	Optional	%.4f	double	mm	98/06/30	Detector pixel size in axis1 (mm)
DETPXSZ2	Optional	%.4f	double	mm	98/06/30	Detector pixel size in axis2 (mm)
DET-RST	Optional	%2d	integer		98/06/30	reset number before exposure
DET-SMPL	Optional	%15s	string		98/06/30	sampling method
DET-TAVE	Optional	%6.2f	double	K	98/06/30	Average of the detector temperature (K)
DET-TMAX	Optional	%6.2f	double	K	98/06/30	Max temperature among detectors (K)
DET-TMED	Optional	%6.2f	double	K	98/06/30	Median of the detector temperature (K)

[Dictionary = Basic] (Key Word の ABC 順、その 2(2/3): DET ~ OUT)

Header Key Word	importance	Value Format	Type	Unit (Recommend)	Revised	Comment
DET-TMIN	Optional	%6.2f	double	K	98/06/30	Min temperature among Detectors (K)
DET-TMP	Common	%6.2f	double	K	98/06/30	Detector temperature (K)
DET-TSD	Optional	%6.2f	double	K	98/06/30	Standard Dev. of the detector temp (K)
DET-VER	Optional	%30s	string		98/06/30	Detector control comannd script name
DISPAXIS	Spectroscopy	%1d	integer		98/06/30	Dispersion axis in frame
DISPERSR	Spectroscopy	%10s	string		98/06/30	Identifier of the disperser used
DOM-HUM	Optional	%5.1f	double		98/06/30	Humidity measured in the dome
DOM-PEND	Optional	%7.2f	double	hPa	98/06/30	Dome atm. pressure at exposure end (hpa)
DOM-PRS	Optional	%7.2f	double	hPa	98/06/30	Atmospheric pressure in the Dome (hpa)
DOM-PSTR	Optional	%7.2f	double	hPa	98/06/30	Dome Atm. pressure at exp.start (hpa)
DOM-TMP	Optional	%6.2f	double	K	98/06/30	Temperature measured in the dome (K)
DOM-WND	Optional	%5.2f	double	m/s	98/06/30	Wind speed in the dome (m/s)
EFP-MIN1	Optional	%d	integer	pixel	98/07/31	Start X pos. of overscan area (pix)
EFP-MIN2	Optional	%d	integer	pixel	98/07/31	Start Y pos. of overscan area (pix)
EFP-RNG1	Optional	%d	integer	pixel	98/07/31	X Range of overscan area (pix)
EFP-RNG2	Optional	%d	integer	pixel	98/07/31	Y Range of overscan area (pix)
END	Common	-	-		98/04/07	End of the header records
EQUINOX	Common	%6.1f	double	year (2000.0)	98/06/30	Standard FK5 (years)
EXP-ID	Common	%16s	string		98/06/30	ID of the exposure this data was taken
EXPTIME	Common	%7.1f	double	sec	98/06/30	Total integration time of the frame(sec)
EXTEND	Common	%c	logical		98/04/01	Presence of FITS Extention
FILTERnn	Optional	%30s	string		98/06/30	Filter name/ID
FLT-Ann	Optional	%.2f	double	degree	98/06/30	Inclination of nn-th Filter (degree)
FOC-LEN	Optional	%.3f	double	mm	98/06/30	Focal length of the telescope (mm)
FOC-POS	Common	%12s	string		98/06/30	Focus where the instrument is attached
FOC-VAL	Common	%10.3f	double	mm	98/06/30	Encoder value of the focus unit (mm)
FRAMEID	Common	%16s	string		98/06/30	Image sequential number
F-RATIO	Optional	%.2f	double		98/06/30	Monochromatic F-Ratio of the camera
GAIN	Common	%5.2f	double	e/ADU	98/06/30	AD conversion factor (electron/ADU)
HISTORY	Optional	%s	string		98/06/30	History
HST	Common	%10s	string	HST	98/06/30	HH:MM:SS.S Typical HST at exposure
HST-END	Optional	%10s	string	HST	98/06/30	HH:MM:SS.S at the end of exposure
HST-STR	Optional	%10s	string	HST	98/06/30	HH:MM:SS.S HST at the beginning of exp.
IMGROT	Optional	%+8.3f	double	degree	98/08/24	Angle of the Image Rotator (degree)
IMR-END	Optional	%+8.3f	double	degree	98/08/24	Image rotator angle at end (degree)
IMR-STR	Optional	%+8.3f	double	degree	98/08/24	Image rotator angle at start (degree)
IMR-TYPE	Optional	%20s	string		98/06/30	Identifire of the image rotator
INR-END	Optional	%+8.3f	double	degree	98/08/24	Instrument Rotator angle at End (deg)
INR-STR	Optional	%+8.3f	double	degree	98/08/24	Instrument Rotator angle at Start (deg)
INSROT	Optional	%+8.3f	double	degree	98/08/24	Angle of the instrument rotator (deg)
INST-PA	Optional	%7.3f	double	degree	98/06/30	P.A. of the Instrument flange (degree)
INSTRUME	Common	%20s	string		98/06/30	Name of instrument
INS-VER	Optional	%30s	string		98/06/30	Version of the instrument soft/hard
LONGPOLE	Imaging	%6.1f	double	degree (180.0)	98/04/09	The North Pole of standard system (deg)
LST	Common	%12s	string	LST	98/06/30	HH:MM:SS.S Typical LST at exposure
LST-END	Optional	%12s	string	LST	98/06/30	HH:MM:SS.S at the end of exposure
LST-STR	Optional	%12s	string	LST	98/06/30	HH:MM:SS.S at the beginning of exposure
M2-TIP	Optional	%8s	string		98/07/02	Tip/Tilt of the Secondary Mirror(on/off)
M2-TYPE	Optional	%8s	string		98/07/02	Type of the Secondary Mirror (Opt/IR)
MJD	Optional	%14.8f	double	day	98/08/12	Modified Julian Day at typical time
MJD-END	Optional	%14.8f	double	days	98/08/12	Modified Julian Day at the end of exp.
MJD-STR	Optional	%14.8f	double	days	98/08/12	Modified Julian Day of the start exp.
N2XIS	Optional	%1d	integer	(2)	98/04/09	# of axes in the slit projection
N2XIS1	Optional	%5d	integer	pixel	98/04/09	# of pixels/row for slit projection
N2XIS2	Optional	%5d	integer		98/04/09	# of scan lines for slit projection
NAS-TAVE	Optional	%.2f	double	K	98/06/30	Averaged Temperature in Nas.enclosure(K)
NAS-TMAX	Optional	%.2f	double	K	98/06/30	Max temperature in Nasmyth enclosure (K)
NAS-TMIN	Optional	%.2f	double	K	98/06/30	Min temperature in Nasmyth enclosure (K)
NAS-TSD	Optional	%.1f	double	K	98/06/30	Standard Dev. of the Nas. room Temp. (K)
NAXIS	Common	%1d	integer		98/04/09	# of axes in frame
NAXIS1	Common	%5d	integer	pixel	98/04/09	# of pixels/row
NAXIS2	Common	%5d	integer		98/04/09	# of rows (also # of scan lines)
NAXIS3	Optional	%5d	integer		98/05/14	# of the 3rd axis
OBJECT	Common	%30s	string		98/06/30	Target Description
OBS-ALOC	Common	%12s	string		98/06/30	Allocation mode for Instrument
OBSERVAT	Common	%30s	string	(NAOJ)	98/06/30	Observatory
OBSERVER	Common	%64s	string		98/06/30	Name of observers
OBS-MOD	Common	%20s	string		98/06/30	Observation Mode
OUT-HUM	Optional	%5.1f	double		98/06/30	Humidity measured outside the dome
OUT-PRS	Optional	%7.2f	double	hPa	98/06/30	Atmospheric pressure outside dome (hPa)
OUT-TMP	Optional	%6.2f	double	K	98/06/30	Temperature measured outside dome (K)

[Dictionary = Basic] (Key Word の ABC 順、その 3(3/3): OUT ~ Z)

Header Key Word	importance	Value Format	Type	Unit (Recommend)	Revised	Comment
OUT-WND	Optional	%5.2f	double	m/s	98/06/30	Wind speed outside (m/s)
P2iiijjj	Optional	%12.8f	double		98/04/09	Pixel Coordinate translation matrix
P2OJP1	Optional	%5.1f	double	(0.0)	98/05/13	Projection type of the first axis
P2OJP2	Optional	%5.1f	double	(0.0)	98/05/13	Projection type of the second axis
PCiiijjj	Imaging	%12.8f	double		98/04/09	Pixel Coordinate translation matrix
POL-ANG	Optional	%6.2f	double	degree	98/06/30	Position Angle of the Polarizer (deg)
POLARIZn	Polarimetry	%30s	string		98/06/30	Identoifier of n-th Polarizer
PRD-MIN1	Optional	%d	integer	pixel	98/07/31	Start X pos. of partialy read out (pix)
PRD-MIN2	Optional	%d	integer	pixel	98/06/30	Start pos Y of partialy readout (pix)
PRD-RNG1	Optional	%d	integer	pixel	98/06/30	X Range of the partialy read out (pix)
PRD-RNG2	Optional	%d	integer	pixel	98/06/30	Y range of the partialy readout (pix)
PROJP1	Optional	%5.1f	double	(0.0)	98/05/13	Projection type of the first axis
PROJP2	Optional	%5.1f	double	(0.0)	98/05/13	Projection type of the second axis
PROP-ID	Common	%20s	string		98/06/30	Proposal ID
RA	Common	%12s	string		98/06/30	HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing
RA2000	Common	%12s	string		98/06/30	HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing
RADECSYS	Common	%8s	string	(FK5)	98/06/30	The equatorial coordinate system
RET-ANG	Polarimetry	%6.2f	double	degree	98/06/30	P.A. of n-th Retarder Plate (deg)
RETPLATn	Polarimetry	%30s	string		98/06/30	Identifier of n-th Retarder Plate
SECZ	Optional	%6.3f	double		98/06/30	SEC(Zenith Distance) at typical time
SECZ-END	Optional	%6.3f	double		98/06/30	SEC(ZD) at the end of exposure
SECZ-STR	Optional	%6.3f	double		98/06/30	SEC(ZD) at exposure start time
SEEING	Optional	%.2f	double	arcsec	98/06/30	StarSize FWHM at telescope focus (arcsec)
SIMPLE	Common	T	logical	(T)	98/04/07	Standard FITS format
SLIT	Spectroscopy	%10s	string		98/06/30	Identifier of the entrance slit used
SLTC-DEC	Optional	%9.5f	double	degree	98/06/30	slit center DEC at the EQUINOX (degree)
SLTCPIX1	Spectroscopy	%6.1f	double	pixel	98/06/30	Slit center projected on detector (pix)
SLTCPIX2	Spectroscopy	%6.1f	double	pixel	98/06/30	Slit center projected on detector (pix)
SLTC-RA	Optional	%9.5f	double	degree	98/06/30	slit center RA at the EQUINOX (degree)
SLT-LEN	Spectroscopy	%7.3f	double	arcsec	98/06/30	Length of the slit used (arcsec)
SLT-OBJP	Optional	%9.5f	double	acsec	98/06/30	Object position on the slit (arcsec)
SLT-PA	Spectroscopy	%5.1f	double	degree	98/06/30	Slit Position Angle (degree)
SLT-PEND	Optional	%5.1f	double	degree	98/06/30	Slit PA at exposure end (degree)
SLT-PSTR	Optional	%5.1f	double	degree	98/06/30	Slit PA at exposure start (degree)
SLT-WID	Spectroscopy	%6.3f	double	arcsec	98/06/30	Width of the slit used (arcsec)
TELESCOP	Common	%30s	string		98/06/30	Telescope/System which Inst.is attached
TELFOCUS	Common	%30s	string		98/06/30	Focus where a beam is reachable
TIMESYS	Common	%5s	string	(UTC)	98/06/30	Time System used in the header. UTC fix.
TRAN-END	Optional	%5.3f	double		98/06/30	Sky transparency at the end of exposure
TRANSP	Optional	%5.3f	double		98/06/30	Sky transparency
TRAN-STR	Optional	%5.3f	double		98/06/30	Sky transparency at beginning of exp.
UT	Common	%10s	string	UTC	98/06/30	HH:MM:SS.S typical UTC at exposure
UT1-UTC	Optional	%+8.5f	double		98/06/30	difference between UT1 and UTC
UT-END	Optional	%10s	string	UTC	98/06/30	HH:MM:SS.S UT at end of the exposure
UT-STR	Optional	%10s	string	UTC	98/06/30	HH:MM:SS.S UTC at start exposure time
WAVELEN	Spectroscopy	%10.4f	double	nm	98/06/30	Wavelength at detector center (nm)
WAV-MAX	Spectroscopy	%10.4f	double	nm	98/06/30	Longest wavelen. focused on detector(nm)
WAV-MIN	Spectroscopy	%10.4f	double	nm	98/06/30	Shortest wavelen.focused on detector(nm)
WCS-ORIG	Imaging	%20s	string		98/06/30	Origin of the WCS value
WEATHER	Optional	%30s	string		98/06/30	Weather condition
ZD	Optional	%8.5f	double	degree	98/07/28	Zenith Distance at typical time (degree)
ZD-END	Optional	%8.5f	double	degree	98/07/28	Zenith Distance at exposure end (deg)
ZD-STR	Optional	%8.5f	double	degree	98/07/28	Zenith Distance at exposure start (deg)

- Importance 順基本辞書

[Dictionary = Basic] (Importance 順、その 1-1: Common)

Header Key Word	Category	Alias(Distribution Service)	Description
AIRMASS	Time	FITS.SBR.AIRMASS	Average airmass for the optical axis during the exposure computed for the time while the shutter is open.
BIN-FCT1	Instrument		Binning factor of X axis (pixel).
BIN-FCT2	Instrument		Binning factor of Y axis (pixel).
BITPIX	FITS		Number of bits used to store pixel value
BLANK	File		Value used to specify the absence of pixel values. BLANK is normally used to fill out regions of the frame that have not been exposed e.g. because of windowing.
BSCALE	File		Scale to be applied to values in the frame to obtain original pixel values.

[Dictionary = Basic] (Importance 順、その 1-2: Common(続))

Header Key Word	Category	Alias (Distribution Service)	Description
BUNIT	File		Unit of original pixel values. real(unit)=fits-value* BSCALE+BZERO
BZERO	File		Offset to be applied to values in the frame to obtain original pixel values.
CDELT1	File	Toolkit	Increment of X_Coordinate for each pixel step.
CDELT2	File	Toolkit	Increment of Y_Coordinate for each pixel step.
CRPIX1	File	Toolkit	Pixel position of the reference point. By convention the center of the pixel is pix.0,pix.5 gives the right edge of the pixel and (pix-1).6 its left edge.
CRPIX2	File	Toolkit	Pixel position of the reference point. By convention the center of the pixel is pix.0,pix.5 gives the bottom edge of pixel and (pix-1).6 its top edge.
CRVAL1	File	Toolkit	Coordinate value at reference pixel (CRPIX1).
CRVAL2	File	Toolkit	Coordinate value at reference pixel (CRPIX2).
CTYPE1	File	Toolkit	Type of projection used for X axis. RA---TAN or DEC--TAN for imaging mode, and WAVELENGTH for dispersion axis of spectroscopy mode.
CTYPE2	File	Toolkit	Type of projection used for Y axis. RA---TAN or DEC--TAN for imaging mode, and WAVELENGTH for dispersion axis of spectroscopy mode.
CUNIT1	File	Toolkit	Units used in both CRVAL1 and CDELT1. 'nm'is recommended for spectroscopy mode.
CUNIT2	File	Toolkit	Units used in both CRVAL2 and CDELT2. 'nm'is recommended for spectroscopy mode.
DATA-TYP	Object		It'll be used for automatic data analysis. /OBJECT/BIAS /DARK/FLAT/COMP/STANDARD_STAR/...
DATE-OBS	Time	Toolkit	UTCdate in which this file was written.Format:yyyy-mm-dd
DEC	Object	FITS.SBR.DEC	DD:MM:SS.SS, Declination of telescope pointing (J2000)
DEC2000	Object	Toolkit	+/-DD:MM:SS.SS DEC(J2000) pointing
DETECTOR	Instrument		Name/Identification of the detector/CCD.
DET-TMP	Instrument		Detectors' averaged temperature
END	FITS	Toolkit	End of the header records
EQUINOX	Object	FITS.SBR.EQUINOX	Epoch of the mean equator and equinox of the coordinate system used to express the WCS mapping. Should always be 2000.0 (FK5).
EXP-ID	Instrument		ID of the exposure this data was taken. This ID is used for the Multi detectors. Format: nnnEmmmmmmmm; nnn: instrument name, mmmmmmmm: sequential number.
EXPTIME	Time		Total exposure time of the frame, possibly the sum of sub-integrations. (sec)
EXTEND	FITS		If Extention is presence, EXTEND='T', else 'F'.
FOC-POS	Origin	FITS.#Inst.FOC-POS	Focus name where the instrument is attached. /PRIME /CASSEGRAIN/NASMYTH-IR/NASMYTH-OPT/COUDE/
FOC-VAL	Origin	FITS.#Inst.FOC-VAL	Encoder value of the instrument focus unit.
FRAMEID	Instrument		Sequential number identifying the frame.
GAIN	Instrument		AD conversion factor of the detector. (electron/ADU)
HST	Time		HH:MM:SS.S, Hawaii Standard Time at the middle of the exposure.
INSTRUME	Instrument		Name of instrument used.
LST	Time	Toolkit	HH:MM:SS.S, Local Sidereal Time at the middle of the exposure.
MJD	Time	Toolkit	Modified Julian Day at typical time during the exposure. MJD=JD-2400000.5 (JD:Julian Date)
NAXIS	FITS	Toolkit	Dimension of this frame.
NAXIS1	FITS	Toolkit	Number of pixels along the X axis (rows).
NAXIS2	FITS	Toolkit	Number of pixels along the Y axis (columns).
OBJECT	Object	FITS.#Inst.OBJECT	Identification of object observed.
OBS-ALOC	Telescope	FITS.#Inst.OBS-ALOC	Allocation mode for Instrument
OBSERVAT	Origin	Toolkit	'NAOJ' or 'Natl.Astr.Obs.Japan'
OBSERVER	Origin	FITS.#Inst.OBSERVER	Initials, family name of observers.
OBS-MOD	Instrument		Observation Mode. (Spectroscopy, Imaging, Imaging-Polarimetry, Spectro-Polarimetry)
PROP-ID	Origin	FITS.#Inst.PROP-ID	Proposal ID.
RA	Object	FITS.SBR.RA	HH:MM:SS.SSS, right ascension of telescope pointing (J2000)
RA2000	Object	Toolkit	HH:MM:SS.SSS RA(J2000) pointing
RADECSYS	Object	Toolkit	specify the frame of reference for the equatorial co-ordinate system.
SIMPLE	FITS	Toolkit	SIMPLE must be equal to 'T' to conform to FITS.
TELESCOP	Origin	FITS.SBR.TELESCOP	Subaru / Hilo Software Simulator / Hilo Optical Software Simulator / Mitaka Optical Simulator
TELFOCUS	Telescope	FITS.SBR.TELFOCUS	Focus where a beam is reachable. /PIME/CASSEGRAIN/ NASMYTH-IR/NASMYTH-OPT/COUDE/
TIMESYS	Time	Toolkit	Time System used in the header. Fixed in UTC.
UT	Time	Toolkit	HH:MM:SS.S, Coordinated Universal Time at middle time of exposure.

[Dictionary = Basic] (Importance 順、その 2: Imaging と Object)

Header Key Word	Category	Alias (Distribution Service)	Description
LONGPOLE	WCS	Toolkit	the native system of the North Pole of the standard system: fixed to 180 if PROJPn=TAN.
PCiiijjj	WCS	Toolkit	Pixel Coordinate translation matrix: iii and jjj are the axis numbers, 1 or 2.
WCS-ORIG	WCS	Toolkit	Origin of WCS value. Specify 'SUBARU toolkit' if using toolkit.
DATASET	Object	FITS.#Inst.DATASET	ID of an observation dataset

[Dictionary = Basic] (Importance 順、その 3-1: Optional)

Header Key Word	Category	Alias (Distribution Service)	Description
ADC	Telescope	FITS.SBR.ADC	ADC position angle during the exposure.
ADC-END	Telescope	FITS.SBR.ADC	ADC position angle at the end of the exposure.
ADC-STR	Telescope	FITS.SBR.ADC	ADC position angle at the start of the exposure.
ADC-TYPE	Telescope	FITS.SBR.ADC-TYPE	ADC name/type if it is used. (BLUE, RED, NONE)
AIRM-END	Time	FITS.SBR.AIRMASS	Air Mass at the end of the exposure
AIRM-STR	Time	FITS.SBR.AIRMASS	Air Mass at the start of the exposure
ALT-END	Telescope	FITS.SBR.ALTITUDE	Altitude at the end of the exposure
ALTITUDE	Telescope	FITS.SBR.ALTITUDE	Altitude of telescope pointing (degree).
ALT-STR	Telescope	FITS.SBR.ALTITUDE	Altitude at the start of the exposure
AO-FREQ	Telescope		frequency of AO loop (Hz)
AO-TIP	Telescope		AO tip-tilt on/off
AO-WFS	Telescope		sigma of deformable mirror
APERTURE	Spectroscopy		Identifier of the entrance aperture used
APTC-DEC	Spectroscopy		DEC of the aperture center
APTCPIX1	Spectroscopy		Aperture center position projected on the detector (X) at 'WAVELENGTH'.
APTCPIX2	Spectroscopy		Aperture center position projected on the detector (Y) at 'WAVELENGTH'.
APTC-RA	Spectroscopy		RA of the aperture center
APT-SIZE	Spectroscopy		Diameter of the aperture in arcsec.
AUTOGUID	Instrument		Auto Guide on/off
AZ-END	Telescope	FITS.SBR.AZIMUTH	Azimuth angle at the end of the exposure.
AZIMUTH	Telescope	FITS.SBR.AZIMUTH	Azimuth angle of telescope pointing S:0, W:90.
AZ-STR	Telescope	FITS.SBR.AZIMUTH	Azimuth angle at the start of the exposure.
C2ELT1	WCS	Toolkit	Increment of X_Coordinate(Spatial)for each pixel step.
C2ELT2	WCS	Toolkit	Increment of Y_Coordinate(Spatial)for each pixel step.
C2NIT1	WCS	Toolkit	Units used in both C2VAL1 and C2ELT1.
C2NIT2	WCS	Toolkit	Units used in both C2VAL2 and C2ELT2.
C2PIX1	WCS	Toolkit	Slit projected pixel position of the reference point. The center of the pixel is pix.0,pix.5 gives the right edge of the pixel and (pix-1).6 its left edge.
C2PIX2	WCS	Toolkit	Slit projected pixel position of the reference point. The center of the pixel is pix.0,pix.5 gives the right edge of the pixel and (pix-1).6 its left edge.
C2VAL1	WCS	Toolkit	Coordinate value at reference pixel (C2PIX1).
C2VAL2	WCS	Toolkit	Coordinate value at reference pixel (C2PIX2).
C2YPE1	WCS	Toolkit	Type of projection used for slit projected X axis.
C2YPE2	WCS	Toolkit	Type of projection used for slit projected Y axis.
COADD	Instrument		This frame is ceated by # of sub-exposures.
COMMENT	Comment		Used for describing the comments about what can not be described by Keyword and parameters.
DET-Ann	Instrument		Angle between nn-th detector and instrument's standard line
DET-ID	Instrument		ID of the detector used for this fits data. The detector can be identified by the number when the instrument equips multi detectors.
DET-NSMP	Instument		number of multiple sample in each exposure
DET-P1nn	Instrument		X Position of the nn-th detector relative from the field center or instrument standard position
DET-P2nn	Instrument		Y Position of the nn-th detector relative from the field center or instrument standard position
DETPXSZ1	Instrument		Detector pixel size in axis1.
DETPXSZ2	Instrument		Detector pixel size in axis2.
DET-RST	Instrument		reset number before exposure
DET-SMPL	Instrument		Sampling method
DET-TAVE	Instrument		Average of the detector temperature.
DET-TMAX	Instrument		Maximum temperature among the detectors.
DET-TMED	Instrument		Median of the detector temperature
DET-TMIN	Instrument		Minimum temperature among the detectors.
DET-TSD	Instrument		Standard Deviation of the detector temperature.
DET-VER	Instrument		Detector control command script name
DOM-HUM	Environment	FITS.SBR.DOM-HUM	Humidity measured in the dome.
DOM-PEND	Environment	FITS.SBR.DOM-PRS	Atmospheric pressure in the dome at the end of the exposure.

[Dictionary = Basic] (Importance 順、その 3-2: Optional(続))

Header Key Word	Category	Alias (Distribution Service)	Description
DOM-PRS	Environment	FITS.SBR.DOM-PRS	Atmospheric pressure in the Dome.
DOM-PSTR	Environment	FITS.SBR.DOM-PRS	Atmospheric pressure in the dome at the start of the exposure.
DOM-TMP	Environment	FITS.SBR.DOM-TMP	Temperature measured in the dome/enclosure.
DOM-WND	Environment	FITS.SBR.DOM-WND	Wind speed measured in the dome/enclosure.
EFP-MIN1	Instrument		Start X pos. of partialy read out (pix)
EFP-MIN2	Instrument		Start Y pos. of partialy read out (pix)
EFP-RNG1	Instrument		X Range of overscan area (pix)
EFP-RNG2	Instrument		Y Range of overscan area (pix)
EXP1TIME	Time		Exposure time of a frame (sec)
FILTERnn	Instrument		Filter name/ID.
FLT-Ann	Instrument		Inclination of the nn-th filter. 0.0:normal
FOC-LEN	Origin		Focal length of the telescope.
F-RATIO	Origin		Monochromatic F-Ratio of the instrument camera.
HISTORY	Comment		Used for describing the histoy of data analysis and performed to the data
HST-END	Time		HH:MM:SS.S, Hawaii Standard Time at the end of the exposure.
HST-STR	Time		HH:MM:SS.S, Hawaii Standard Time at the start of the exposure.
IMGROT	Telescope	FITS.SBR.IMGROT	Identifire of the image rotator used.
IMR-END	Telescope	FITS.SBR.IMGROT	Image rotator angle at the end of the exposure.
IMR-STR	Telescope	FITS.SBR.IMGROT	Image rotator andle at the start of the exposure.
IMR-TYPE	Telescope	FITS.SBR.IMR-TYPE	Identifier of the image rotator used
INR-END	Telescope	FITS.SBR.INSROT	Instrument Rotator angle at the end of the exposure.
INR-STR	Telescope	FITS.SBR.INSROT	Instrument Rotator angle at the start time of the exposure.
INSROT	Telescope	FITS.SBR.INSROT	Angle of the instrument rotator
INST-PA	Instrument	FITS.#Inst.INST-PA	Position Angle of the instrument flange. This value will be used for calculating the Slit P.A. and CCD P.A. (N:0, E:90 degree)
INS-VER	Instrument		Version of the instrument soft/hardware.
LST-END	Time	Toolkit	HH:MM:SS.S, Local Sidereal Time at the end of the exposure.
LST-STR	Time	Toolkit	HH:MM:SS.S, Local Sidereal Time at the start of the exposure.
M2-TIP	Telescope	FITS.SBR.M2-TIP	Tip/Tilt of the Secondary Mirror (on/off)
M2-TYPE	Telescope	FITS.SBR.M2-TYPE	Type of the secondary Mirror (Opt/IR)
MJD-END	Time	Toolkit	Modified Julian Day of the end of the exposure. MJD=JD -2400000.5 (JD:Julian Day)
MJD-STR	Time	Toolkit	Modified Julian Day of the start of the exposure. MJD= JD-2400000.5 (JD:Julian Day)
N2XIS	WCS	Toolkit	Dimension of the slit projection.
N2XIS1	WCS	Toolkit	Number of pixels along the X axis for slit projection (rows).
N2XIS2	WCS	Toolkit	Number of pixels along the Y axis (columns) for slit projection.
NAS-TAVE	Environment		Averaged Temperature in Nasmyth enclosure.
NAS-TMAX	Environment		Maximum temperature in Nasmyth enclosure.
NAS-TMIN	Environment		Minimum temperature in Nasmyth enclosure.
NAS-TSD	Environment		Standard Deviation of the Nasmyth room temperature.
NAXIS3	FITS		Number of pixels along the Z (3rd) axis.
OUT-HUM	Environment	FITS.SBR.OUT-HUM	Humidity measured outside the dome/enclosure.
OUT-PRS	Environment	FITS.SBR.OUT-PRS	Atmospheric pressure outside the dome
OUT-TMP	Environment	FITS.SBR.OUT-TMP	Temperature measured outside the dome/enclosure.
OUT-WND	Environment	FITS.SBR.OUT-WND	Wind speed measured outside dome/enclosure.
P2iiijjj	WCS	Toolkit	Pixel Coordinate translation matrix for spectroscopy: iii and jjj are the axis numbers, 1 or 2.
P2OJP1	WCS	-	Projection type of the first axis for slit projection: fixed to 0.0
P2OJP2	WCS	-	Projection type of the second axis for slit projection : fixed to 0.0
POL-ANGn	Polarimetry		Position Angle of the Polarizer. NORTH:0, EAST:90
PRD-MIN1	Instrument		Starting X position of partialy readout.
PRD-MIN2	Instrument		Starting position Y of partialy readout.
PRD-RNG1	Instrument		X Range of the partialy readout.
PRD-RNG2	Instrument		Y range of the partialy readout.
PROJP1	WCS	-	Projection type of the first axis: fixed to 0.0
PROJP2	WCS	-	Projection type of the second axis: fixed to 0.0
SECZ	Time	FITS.SBR.SECZ	SEC(Zenith Distance) at typical time in exposure.
SECZ-END	Time	FITS.SBR.SECZ	SEC(Zenith Distance) at exposure end time.
SECZ-STR	Time	FITS.SBR.SECZ	SEC(Zenith Distance) at exposure start time.
SEEING	Environment	FITS.SBR.SEEING	FWHM of the stellar image size at telescope focus. It'll be measured with autoguider.
SLTC-DEC	Spectroscopy		DEC of the slit center at the EQUINOX specified in this header (degree)
SLTC-RA	Spectroscopy		RA of the slit center at the EQUINOX specified in this header (degree)
SLT-OBJP	Spectroscopy		Object position on the slit (arcsec)

[Dictionary = Basic] (Importance 順、その 3-3: Optional(続))

Header Key Word	Category	Alias (Distribution Service)	Description
SLT-PEND	Spectroscopy		Slit position angle at the end of the exposure.
SLT-PSTR	Spectroscopy		Slit position angle at the start of the exposure.
TRAN-END	Environment	FITS.SBR.TRANSP	Sky transparency at the enf of exposure
TRANSP	Environment	FITS.SBR.TRANSP	Sky transparency
TRAN-STR	Environment	FITS.SBR.TRANSP	Sky transparency at the beginning of the exposure
UT1-UTC	Time	FITS.SBR.UT1-UTC	Difference between UT1 and UTC. This value is used for calculating LST
UT-END	Time	Toolkit	HH:MM:SS.S, Coordinated Universal Time at the end of the exposure.
UT-STR	Time	Toolkit	HH:MM:SS.S, Coordinated Universal Time at start of the exposure.
WEATHER	Environment	FITS.SBR.WEATHER	Weather condition. CLEAR/FINE/nn%CLOUD...?
ZD	Time	FITS.SBR.ZD	Zenith Distance at typical time in exposure.
ZD-END	Time	FITS.SBR.ZD	Zenith Distance at exposure end time.
ZD-STR	Time	FITS.SBR.ZD	Zenith Distance at exposure start time.

[Dictionary = Basic] (Importance 順、その 4: Polarimetry)

Header Key Word	Category	Alias (Distribution Service)	Description
POLARIZn	Polarimetry		Identifier of n-th Polarizer for Polarimetry
RET-ANGn	Polarimetry		Position angle of n-th Retarder Plate
RETPLATn	Polarimetry		Identifier of n-th Retarder Plate for Polarimetory

[Dictionary = Basic] (Importance 順、その 5: Spectroscopy)

Header Key Word	Category	Alias (Distribution Service)	Description
DISPAXIS	Spectroscopy		Dispersion axis in the frame.
DISPERSR	Spectroscopy		Identifier (Name,grooves,etc.) of the disperser used.
SLIT	Spectroscopy		Identifier (Name, etc.) of the entrance slit used.
SLTCPIX1	Spectroscopy		Slit center position (X) projected on the detector at 'WAVELENGTH'.
SLTCPIX2	Spectroscopy		Slit center position (Y) projected on the detector at 'WAVELENGTH'.
SLT-LEN	Spectroscopy		Length of the slit used. (arcsec)
SLT-PA	Spectroscopy		Slit Position Angle. NORTH:0, EAST:90. Slit direction vector is defined as the decreasing direction of the slit projected axis pixels.
SLT-WID	Spectroscopy		Width of the slit used. (arcsec)
WAVELEN	Spectroscopy		Wavelength at detector center.
WAV-MAX	Spectroscopy		The longest wavelength focused on the detector.
WAV-MIN	Spectroscopy		The shortest wavelength focused on the detector.

6.3 装置固有ヘッダー辞書

観測装置固有なキーワードは、観測装置毎のヘッダー辞書を作って公開する。ヘッダー辞書内の項目は、基本ヘッダー辞書に準ずるが、紙面の都合で一部項目は省略してある。

6.3.1 CIAO

Header Key Word	Value Format	Type	Unit	Comment
C_OMASK	%15s	string		Identifier of the Occulting Mask
C_LYOTST	%15s	string		Identifier of the Lyot Stop
C_LYOANG	%5.1f	double	degree	Lyot stop position angle
C_CAMERA	%15s	string		Camera mode
C_BNCTMP	%6.2f	double	K	Optical bench temperature
C_COLX	%6.2f	double	um	Collimetor lens x position
C_COLY	%6.2f	double	um	Collimetor lens y position
C_VACUUM	%8.3f	double	torr	Vacuum inside dewar
C_SHUTTR	%3s	string		Shutter above CIAO on/off
C_DETPOS	%5d	integer	um	Detector stage position
C_WATER1	%5.2f	double	1/min	Water flow to rack1
C_WATER2	%5.2f	double	1/min	Water flow to rack2

6.3.2 COMICS

COMICS は FITS ヘッダールールの項では 2 文字の略号が割り当てられていないが、ここではサンプルヘッダーに含まれる Q_ の部分を該当するものとして抜き出しておく。

Header Key Word	Value Format	Type	Unit	Comment
Q_DTYPE	%10s	string		type of this file spec/img/slitview
Q_OBSID	%8d	integer		Observation ID of COMICS
Q_WINDOW	%10s	string		Entrance Window
Q_M1MOTA	%8d	integer		Pulse count of 1st mir. para to bench
Q_M1MOTB	%8d	integer		Pulse count of 1st mir. vert to bench
Q_SLTVEW	%8s	string		Slit Viewer on/off
Q_SPFILE	%20s	string		File name of spectroscopy
Q_SVWMIN	%10.4f	double	nm	Observed Wavelength of S Viewer min
Q_SVWMAX	%10.4f	double	nm	Observed Wavelength of S Viewer max
Q_DETTP1	%10.5f	double	K	Temperature of the detector spec-1
Q_DETTP2	%10.5f	double	K	Temperature of the detector spec-2
Q_DETTP3	%10.5f	double	K	Temperature of the detector spec-3
Q_DETTP4	%10.5f	double	K	Temperature of the detector spec-4
Q_DETTP5	%10.5f	double	K	Temperature of the detector spec-5
Q_DETTPI	%10.5f	double	K	Temperature of the detector img
Q_CFTP1	%6.2f	double	K	Temp. of the cooled finger spec
Q_CFTP2	%6.2f	double	K	Temp. of the cooled finger img
Q_OPTTP1	%6.2f	double	K	Temp. of the optics spec-A
Q_OPTTP2	%6.2f	double	K	Temp. of the optics spec-B
Q_OPTTP3	%6.2f	double	K	Temp. of the optics spec-C
Q_OPTTP4	%6.2f	double	K	Temp. of the optics img-A
Q_OPTTP5	%6.2f	double	K	Temp. of the optics img-B
Q_OPTTP6	%6.2f	double	K	Temp. of the optics img-C
Q_COHTP1	%6.2f	double	K	Temp. of the cooler head spec
Q_COHTP2	%6.2f	double	K	Temp. of the cooler head img
Q_SHDTP1	%6.2f	double	K	Temp. of the shield A
Q_SHDTP2	%6.2f	double	K	Temp. of the shield B
Q_ABTTP1	%6.2f	double	K	Temperature of Ambient thermometer
Q_ABTTP2	%6.2f	double	K	Temperature of Ambient thermometer
Q_ABTTP3	%6.2f	double	K	Temperature of Ambient thermometer
Q_CLKVER	%30s	string		Clock version
Q_CLKFL	%30s	string		Clock macro file name
Q_CLKMCC	%30s	string		Comment on clock pattern macro
Q_CLKNM	%30s	string		Clock pattern name
Q_CLKCLC	%30s	string		Comment on each clock pattern
Q_PIXTIM	%6.2f	double	microsec	Clock duration for a pixel
Q_FRRATE	%8.4f	double	Hz	Detector Framerate
Q_READTM	%12.8f	double	sec	Time for reading out 1 exp
Q_NDRATE	%3d	integer	1/243	N.D. rate of the detector
Q_NDEFF	%10.8f	double		efficiency of the integ by using N.D.
Q_CHOP	%8s	string		Chopping on/off
Q_CPWTP	%8s	string		Tip-tilt with chopping on/off
Q_CPBMST	%16s	string		Chopping beam at the 1st exp.
Q_CPFREQ	%8.4f	double	Hz	Chopping Frequency
Q_CPTIME	%10.6f	double	sec	CHopping period per 1 beam
Q_CPEXP	%d	integer		Number of exp of 1 chopping beam
Q_CPEXAD	%d	integer		Number of coadded exp.
Q_CPFRAM	%d	integer		Number of frame of 1 chopping beam
Q_CPNUM	%d	integer		Number of chopping in this file
Q_INT1BM	%.6f	double	sec	Integration time per 1 position
Q_CPTHRW	%10.4f	double	arcsec	Chopping throw
Q_CPPA	%8.4f	double	deg	Chopping P.A.
Q_NDTIME	%.2f	double	sec	Nodding period
Q_NDOFRA	%10.4f	double	arcsec	Nodding offset R.A.
Q_NDOFDE	%8.4f	double	arcsec	Nodding offset Dec
Q_NDBEM	%12s	string		Nodding Beam main/offset
Q_NDCOM	%30s	string		Comment about Nodding
Q_GRTMOT	%d	integer		Pulse count of grating motor
Q_GRTANG	%10.6f	double	deg	Grating Tilt Angle
Q_WVMIN1	%10.4f	double	nm	Observed Wavelen on Spec Det-1 min
Q_WVMAX1	%10.4f	double	nm	Observed Wavelen on Spec Det-1 max
Q_WVMIN2	%10.4f	double	nm	Observed Wavelen on Spec Det-2 min
Q_WVMAX2	%10.4f	double	nm	Observed Wavelen on Spec Det-2 max
Q_WVMIN3	%10.4f	double	nm	Observed Wavelen on Spec Det-3 min
Q_WVMAX3	%10.4f	double	nm	Observed Wavelen on Spec Det-3 max
Q_WVMIN4	%10.4f	double	nm	Observed Wavelen on Spec Det-4 min
Q_WVMAX4	%10.4f	double	nm	Observed Wavelen on Spec Det-4 max
Q_WVMIN5	%10.4f	double	nm	Observed Wavelen on Spec Det-5 min
Q_WVMAX5	%10.4f	double	nm	Observed Wavelen on Spec Det-5 max

6.3.3 FOCAS 固有ヘッダー辞書

Header Key Word	Value Format	Type	Unit	Comment
F_TMP-A	F6.2	double	K	Temperature of MOS unit(K)
F_TMP-B	F6.2	double	K	Temperature of lens unit (K)
F_TMP-C1	F6.2	double	K	Temperature of collimator beam unit-1 (K)
F_TMP-C2	F6.2	double	K	Temperature of collimator beam unit-2 (K)
F_TMP-C3	F6.2	double	K	Temperature of collimator beam unit-3 (K)
F_TMP-D	F6.2	double	K	Temperature of Camera lens unit (K)
F_TMP-E1	F6.2	double	K	Temperature of VME-1 (K)
F_TMP-E2	F6.2	double	K	Temperature of VME-2 (K)
F_TMP-F1	F6.2	double	K	Temperature of driver-unit A-1 (K)
F_TMP-F2	F6.2	double	K	Temperature of driver-unit A-2 (K)
F_TMP-G1	F6.2	double	K	Temperature of driver-unit B-1 (K)
F_TMP-G2	F6.2	double	K	Temperature of driver-unit B-2 (K)
F_TMP-H1	F6.2	double	K	Temperature of driver-unit C-1 (K)
F_TMP-H2	F6.2	double	K	Temperature of driver-unit C-2 (K)
F_TMP-I1	F6.2	double	K	Temperature of driver-unit D-1 (K)
F_TMP-I2	F6.2	double	K	Temperature of driver-unit D-2 (K)
F_TMP-J1	F6.2	double	K	Temperature of driver-unit E-1 (K)
F_TMP-J2	F6.2	double	K	Temperature of driver-unit E-2 (K)
F_DEWERX	SP,F8.2	double	um	X-position of dewer stage (micron meter)
F_DEWERY	SP,F8.2	double	um	Y-position of dewer stage (micron meter)
F_DEWERZ	SP,F8.2	double	um	Z-position of dewer stage (micron meter)
F_HOLANG	F3.1	double	degree	angle of mask holder (degree)
F_MSK-ID	A9	string		ID of mask (for all mode)
F_CAD-ID	A9	string		ID of CAD data for mask cutting
F_CADREF	A50	string		ID/name of image/catalog data for mask design
F_DISPER	F5.3	double	nm/pixel	dispersion of grism (nm / pixel)
F_SLT-NO	I3	integer		total # of slit on mask
F_POSANG	F6.2	double	degree	PA of cross-dispersion axis (degree)

6.3.4 HDS 固有ヘッダー辞書

(エシェルフォーマットを記述する場合は末尾に ASCII TABLE EXTENSION を付け加えること。)

[HDS Dictionary 1/2]

Header KeyWord	Value Format	Type	Unit	Comment
H_INPOWR	f6.2	double	Volt	Input power for the flat lamp
H_IMSLCR	a8	string		Image slicer (ON, OFF)
H_ISTYPE	a10	string		Type of the image slicer
H_S-MSK1	f6.3	double	mm	Upper mask position from the center
H_S-MSK2	f6.3	double	mm	Lower mask position from the center
H_S-INCL	f7.2	double		Slit inclination angle at the horizontal plane
H_D-UNIT	i1	integer		ID number of the detector unit
H_D-OTHR	a10	string		Use of the other CCD in this mosaic
H_SHUTTR	a10	string		Entrance shutter (OPEN, CLOSE)
H_HARTMN	a10	string		Hartmann shutter (U-OPEN,L-OPEN,ALL-OPEN,ALL-CLOSE)
H_COLLIM	a10	string		Collimator (BLUE, RED)
H_CLPSTN	f6.2	double	mm	Collimetor position (mm)
H_CLFOCL	f10.5	double	mm	Collimator focal length (mm)
H_CLOFFA	f10.5	double	degree	Collimator offset angle (degree)
H_ECHELL	a10	string		Echelle (BLUE, RED, NIR)
H_ECONST	f7.3	double	grooves/mm	Ruling pitch (grooves/mm)
H_EBLAZE	f7.3	double	degree	Blaze Angle (degree)
H_EEPSRN	f7.3	double	degree	Offset Angle of the Incident Beam (degree)
H_EGAMMA	f7.3	double	degree	Echelle Gamma Angle (constant)
H_EROTAN	f10.5	double	degree	Echelle Rotation Angle (degree)
H_CROSSD	a10	srting		Cross Disperser (BLUE, RED, MIRROR, NIR)
H_CCONST	f7.3	double	grooves/mm	Ruling pitch (grooves/mm)
H_CBLAZE	f7.3	double	degree	Blaze Angle (degree)
H_CEPSRN	f7.3	double	degree	Offset Angle at Blaze Wavelength (degree)
H_CGAMMA	f7.3	double	degree	Cross Disperser Gamma Angle (constant)
H_CTABAN	f10.5	double	degree	Rotation angle of the turn table (degree)
H_CROTAN	f10.5	double	degree	Cross Disperser Rotation Angle (degree)
H_CMRFL	f10.5	double	mm	Camera focal length (mm)
H_FOCUS	f10.5	double	mm	Focusing unit position (mm)
H_PITCH	f9.5	double	degree	Focusing unit pitching angle (degree)
H_YAWING	f9.5	double	degree	Focusing unit yawing angle (degree)
H_F-DRV1	f9.5	double	mm	Focusing driver1 position (mm)
H_F-DRV2	f9.5	double	mm	Focusing driver2 position (mm)
H_F-DRV3	f9.5	double	mm	Focusing driver3 position (mm)

[HDS Dictionary 2/2]

Header KeyWord	Value Format	Type	Unit	Comment
H_DETROT	f9.5	double	degree	Rotaiton angle of the detector unit (degree)
H_ET1AVE	f6.2	double	K	Average (Kelvin)
H_ET1MIN	f6.2	double	K	Minimum (Kelvin)
H_ET1MAX	f6.2	double	K	Maximum (Kelvin)
H_ET1DEV	f6.2	double	K	Standard Deviation (Kelvin)
H_AO-TYP	a20	string		Type of correction (Tip-Tilt)
H_AO-ORD	i3	integer		Maximum order included
H_AO-OBJ	a20	string		star used for wavefront correction
H_AO-RA	a20	string		RA of star used for wavefront correction
H_AO-DEC	a20	string		Dec of star used for wavefront correction
H_ZAXIS1	a20	string		Axis1 of zero'th order light monitor of Echelle (Along slit/Cross slit/None)
H_ZAXIS2	a20	string		Axis2 of zero'th order light monitor of Echelle (Along slit/Cross slit/None)
H_ZA1POS	f7.2	double	pixel	peak position in axis1
H_ZA2POS	f7.2	double	pixel	peak position in axis2
H_ZWID1	f7.2	double	pixel	Width in axis1 of the stellar image (pixel)
H_ZWID2	f7.2	double	pixel	Width in axis2 of the stellar image (pixel)
H_ZDELT	f6.4	double	mm	Pixel size (mm)
H_ZSCALE	f8.5	double	mm/pixel	Physical length on the slit plane projected into one pixel
H_ZTMP	f5.1	double	K	Detector temperature (Kelvin)
H_SUPER	a10	string		Super Resolution Mode (POS1, POS2, NONE)
H_AG-OBJ	a20	string		Guide object name
H_AG-ORA	a20	string		RA of the guide object
H_AG-ODE	a20	string		Dec of the guide object
H_AG-RA	a20	string		RA of the tracked pos. on the slit guide pos.
H_AG-DEC	a20	string		Dec of the tracked pos. on the slit guide pos.
H_AG-EQN	f6.1	double		Equinox of H_AG-RA and H_AG_DEC

6.3.5 CISCO/OHS

CISCO/OHS では O_ が略号として割り当てられているがサンプルヘッダーには O_ が見当たらないので、OH で始まる部分だけ抜き出してある。

Header Key Word	Value Format	Type	Unit	Comment
OHMSK	%30s	string		MASK name of OH Suppression
OHSLT	%30s	string		OHS slit
OHSLTLEN	%7.3f	double	arcsec	OHS slit length (arcsec)
OHSLTWID	%7.3f	double	arcsec	OHS slit width (arcsec)
OHFOCVAL	%7.3f	double		OHS FOCUS Value

6.3.6 SuprimeCam

Header Key Word	Value Format	Type	Unit	Comment
S_UFNAME	A40	CAHARCTER		User assigned file name
S_FRMPOS	A4	CHARACTER		Frame position (IIJJ)
S_BCTAVE	F9.3	REAL	ADU	Average count outside effective data
S_BCTSD	F9.3	REAL	ADU	S.D. of the count outside the eff. data
S_AG-OBJ	A40	CHARACTER		Name of the guide-star
S_AG-RA	A12	CHARACTER		R.A. of the guide-star
S_AG-DEC	A12	CHARACTER		Dec. of the guide-star
S_AG-EQN	F6.1	REAL	y	Equinox of the guide-star position
S_AG-X	F7.2	REAL	mm	Position of the guiding probe (X)
S_AG-Y	F7.2	REAL	mm	Position of the guiding probe (Y)
S_AG-R	F7.2	REAL	mm	Position of the guiding probe (R)
S_AG-TH	F7.2	REAL	degree	Position of the guiding probe (theta)
S_ETMED	F6.2	REAL	K	Averaged temp. in Camera enclosure (Kelvin)
S_ETMAX	F6.2	REAL	K	Maximum temp. in Camera enclosure (Kelvin)
S_ETMIN	F6.2	REAL	K	Minimum temp. in Camera enclosure (Kelvin)

6.3.7 MIRTOS

Header Key Word	Value Format	Type	Unit	Comment
M_CHID				ID of camera channel of MIRTOS
M_TWID				ID of two-wavelength simultaneous file
M_FLATID				ID of the most recent flat field file
M_DARKID				ID of the most recent dark exposure file
M_DETO1			pixel	Rel X pos of NIR from MIR on sky (pixel)
M_DETO2			pixel	Rel Y pos of NIR from MIR on sky (pixel)
M_CHOPTM			sec	CHopping period (sec)
M_CHOPTH			arcsec	CHopping throw (arcsec)
M_CHOPPA			deg	Chopping P.A. origin:source/pointing (deg)
M_NODTM			sec	Nodding period (sec)
M_NODTH			arcsec	Nodding throw (arcsec)
M_NODPA			deg	Nodding P.A. origin:source/pointing (deg)
M_O-TMP			K	Temperature of Optics (K)
M_A-TMP1			K	Temperature of Ambient thermometer (K)
M_A-TMP2			K	Temperature of Ambient thermometer (K)
M_A-TMP3			K	Temperature of Ambient thermometer (K)
M_A-TMP4			K	Temperature of Ambient thermometer (K)
M_CLKFL				Clock file name
M_CLKMR				Clock pattern macro name
M_CLKMC				Comment on clock pattern macro
M_BNDWTH			us	NIR band width 00:15K 01:150K 10:1.5M 11:3MHz
M_PIXTIM			us	Clock duration for a pixel (us)
M_FRTIME			ms	Time to sweep one frame (ms)
M_JPORT				Jump port value at the time of getting data
M_REFSUB				Subtraction of reference column T:done
M_ARRANG				Data arrangement T:FITS F:raw
M_BANK				Bank name where the data was stored
M_BBPOS				Black Body Position T:In F:Out
M_BBTMP			K	Temperature of Black Body (K)

6.4 略号表 (1998/05/10)

次ページ参照

Abbreviation	meaning	Category
END	END	Action
MID	MIDdle	Action
STR	STaRt	Action
HUM	HUMidity	Environment
PRS	PReSsure	Environment
TMP	TeMPerature	Environment
WND	WiND	Environment
BIN	BINning	Image
PRD	Partly ReaD out	Image
AO	Adaptive Optics	Instrument
APT	APerTure	Instrument
DET	DETector	Instrument
FLT	FiLTer	Instrument
PIX	PIXel	Instrument
PX	PiXel	Instrument
RET	RETarder	Instrument
SLT	SLiT	Instrument
ANG	ANGle	Statistics/Unit
AVE	AVErage	Statistics/Unit
CEN	CENter	Statistics/Unit
DIR	DIRection	Statistics/Unit
DISP	DISPersion	Statistics/Unit
FCT	FaCTor	Statistics/Unit
LEN	LENgth	Statistics/Unit
MAX	MAXimum	Statistics/Unit
MED	MEDian	Statistics/Unit
MIN	MINimum	Statistics/Unit
MOD	MODe	Statistics/Unit
PA	Position Angle	Statistics/Unit
RES	RESolution	Statistics/Unit
RNG	RaNGe	Statistics/Unit
SD	Standard Deviation	Statistics/Unit
SPC	SPaCial/SPaCe	Statistics/Unit
SPD	SPeeD	Statistics/Unit
SZ	SiZe	Statistics/Unit
TYP	TYPe	Statistics/Unit
VAL	VALue	Statistics/Unit
WAV	WAVelength	Statistics/Unit
WID	WIDth	Statistics/Unit
ADC	Atmospheric Dispersion Corrector	Telescope
AE	Absolute Encoder	Telescope
AG	AutoGuider	Telescope
AIRM	AIR Mass	Telescope
AZ	AZimuth	Telescope
CAL	CALibration source	Telescope
CS	CaSsegrain focus	Telescope
DEC	DEClination	Telescope
DOM	DOMe / enclosure	Telescope
EL	ELevation	Telescope
ELBX	ELectric terminal BoX	Telescope
FOC	telescope FOCus	Telescope
FV	Field Viewer	Telescope
IE	Incremental Encoder	Telescope
IMR	IMage Rotator	Telescope
INR	INstrumental Rotator	Telescope
M2	2-ndary Mirror	Telescope
M3	Tertiary Mirror	Telescope
NS	NaSmith focus	Telescope
PF	Primary Focus	Telescope
PM	Primary Mirror	Telescope
PMA	Primary Mirror Actuator	Telescope
POS	POSition	Telescope
RA	Right Ascension	Telescope
SECZ	SECant of Zenith distance	Telescope
TEL	TELescope	Telescope
ZD	Zenith Distance	Telescope
HST	Hawaii Standard Time	Time
JD	Julian Date	Time
LST	Local Siderial Time	Time
MJD	Modified Julian Date	Time
UT	Universal Time	Time

表 18: 略号

6.5 FITS ヘッダーサンプル

現時点ではすばる *FITS* ヘッダールールに反する箇所も見受けられるが、鋭意整備中であり、最新情報を参照願いたい (7.4.4 節参照)。

6.5.1 CIAO(1998/07/17)

- CIAO の Imaging mode

```
         1         2         3         4         5         6         7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Must be 'T' for confirming FITS file
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix values
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame                          %1d
NAXIS1  =                 1024 / # of pixels/row                             %5d
NAXIS2  =                 1024 / # of rows (also # of scan lines)            %5d
OBSERVER= 'Tamura,Suto,Itoh '  / Name of observer                            %30s
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID                                 %20s
FRAMEID = 'CIAA00002347'       / Image sequential number                     %16s
EXP-ID  = 'CIAE00001174'       / ID of the exposure this data was taken      %16s
OBS-MOD = 'Imaging '           / Observation Mode                            %25s
DATA-TYP= 'OBJECT  '           / Type / Characteristics of  this data        %10s
DISPAXIS=                    1 / Dispersion axis in frame                    %1d
CRPIX1  =                512.0 / Reference pixel in X                      %6.1f
CRPIX2  =                512.0 / Reference pixel in Y                      %6.1f
CRVAL1  =         275.10837500 / Physical value of the reference pixel X %13.8f
CRVAL2  =         -16.17306000 / Physical value of the reference pixel Y %13.8f
CDELT1  =           0.00002778 / Size projected into a detector pixel X  %13.8f
CDELT2  =           0.00002778 / Size projected into a detector pixel Y  %13.8f
CTYPE1  = 'RA--TAN'            / Pixel coordinate system                     %16s
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                     %16s
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL1 and CDELT1        %10s
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2        %10s
PROJP1  =                    0.0 / Projection Type of the first axis         %5.1f
PROJP2  =                    0.0 / Projection Type of the second axis        %5.1f
LONGPOLE=                  180.0 / The North Pole of the standard system     %6.1f
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
DATE-OBS= '1998-12-22'         / Observation start date  (yyyy-mm-dd)       %10s
UT      = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S typical UTC at exposure         %10s
UT-STR  = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S UTC at start                    %10s
UT-END  = '13:04:56.7'         / HH:MM:SS.S UT at end                       %10s
HST     = '02:34:56.7'         / HH:MM:SS.S Typical HST at exposure         %10s
LST     = '23:53:10.6'         / HH:MM:SS.S Typical LST at exposure         %20s
MJD     =       5.03965242E+04 / Modified Julian Day at typical time      %20.8f
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in this header             %3s
INSTRUME= 'CIAO    '           / The name of instrument                      %4s
OBJECT  = 'GG Tau  '           / Target Description                         %30s
RA      = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA pointing                   %12s
DEC     = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC pointing                %12s
EQUINOX =                2000.0 / Standard FK5 (years)                     %6.1f
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system            %8s
RA2000  = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing           %12s
DEC2000 = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing        %12s
FOC-POS - 'CASSEGRAIN'         / Focus where the instrument is attached     %12s
FOC-VAL =                2.531 / Encoder value of the focus unit          %10.3f
FILTER01= 'J       '           / Filter name/ID                              %10s
FILTER02= 'NONE    '           / Filter name/ID                              %10s
AIRMASS =              1.24352 / Averaged Air Mass                         %9.5f
ZD      =                36.47 / Zenith Distance at typical time           %5.2f
ZD-STR  =                36.47 / Zenith distance at start                  %5.2f
ZD-END  =                36.52 / Zenith distance at end                    %5.2f
AZIMUTH =             120.3400 / Azimuth of telescope pointing             %9.5f
AUTOGUID= 'On      '           / Auto guider on/off                          %3s
M2-TIP  = 'Off     '           / 2nd mirror tip-tilt on-off                  %3s
INSROT  =               68.231 / Angle of instrument rotator               %7.3f
DETECTOR= 'Alladin '           / Name of the detector/CCD                   %10s
DET-TMP =               132.5 / Detector temperature                       %5.1f
GAIN    =                1.26 / AD conversion factor                       %5.2f
BIN-FCT1=                   1 / Binning factor of X axis                    %2d
BIN-FCT2=                   1 / Binning factor of Y axis                    %2d
DET-RST =                   2 / Reset number before exposure                %2d
DET-SMPL= 'destructive'        / Sample method                             %15s
DET-NSMP=                   2 / # of multiple sample in each exposure       %2d
DET-VER = 'dest-1  '           / Array control command script name         %30s
```

```
DET-TSD =                 0.12 / Standard deviation of detector temp.(K)  %6.2f
PRD-MIN1=                    1 / Start x pos. of partialy read out          %5d
PRD-MIN2=                    1 / Start y pos. of partialy read out          %5d
PRD-RNG1=                 1024 / x range of partialy read out               %5d
PRD-RNG2=                 1024 / y range of partialy read out               %5d
EXPTIME =                 60.0 / Exposure time          (sec)             %7.1f
COADD   =                    2 / # of coadd  EXP1TIMExCOADD=EXPTIME         %2d
EXP1TIME=                120.0 / Total integration time (sec)             %8.1f
SLIT    = 'None    '           / Identifier of the entrance slit used      %10s
SLT-LEN =                0.000 / Length of the slit used                  %7.3f
SLT-WID =                0.000 / Width of the slit used                   %6.3f
SLT-PA  =                  0.0 / Slit Position Angle                      %5.1f
WAVELEN =                 0.00 / Wavelength at detector center           %6.2f
WAV-MIN =                 0.00 / Shortest wavelength focused on detector %6.2f
WAV-MAX =                 0.00 / Longest wavelength focused on detector  %6.2f
SLTC-RA =                 0.00 / RA of slit center (degree)              %9.5f
SLTC-DEC=                 0.00 / DEC of slit center (degree)             %9.5f
SLTCPIX1=                  0.0 / Pixel of slit center (AXIS1)            %6.1f
SLTCPIX2=                  0.0 / Pixel of slit center (AXIS2)            %6.1f
RETPLAT1= 'None    '           / Identifier of the retarder plate1        %30s
RETPLAT2= 'None    '           / Identifier of the retarder plate2        %30s
RET_ANG1=                 0.00 / Position angle of retarder1             %6.2f
RET_ANG2=                 0.00 / Position angle of retarder2             %6.2f
POLARIZR= 'None    '           / Name of the Polarizer                    %10s
POL-ANG =                  0.0 / Position Angle of the Polarizer         %6.2f
AO      = 'On      '           / On or Off of Adaptive Optics              %3s
AO-WFS  =              0.3263 / Sigma of deformable mirror               %9.5f
AO-TIP  = 'On      '           / AO tip-tilt on/off                        %3s
AO-FREQ =                  150 / Frequency of AO loop (Hz)                %3d
C_OMASK = 'CIAO #001'          / Identifier of the Occulting Mask         %15s
C_LYOTST= 'CIAO ##01'          / Identifier of the Lyot Stop              %15s
C_LYOANG=                 30.1 / Lyot stop position angle  (degree)      %5.1f
C_CAMERA= 'HRM       '         / Camera mode                              %15s
C_BNCTMP=                70.02 / Optical bench temperature (K)           %6.2f
C_COLX  =               125.34 / Collimator lens x position (um)         %6.2f
C_COLY  =                20.98 / Collimator lens y position (um)         %6.2f
C_VACUUM=             1.236e-7 / Vacuum inside dewar (torr)              %8.3f
C_SHUTTR= 'OFF       '         / Shutter above CIAO  on/off                %3s
C_DETPOS=                54732 / Detector stage position (um)            %5d
C_WATER1=                 1.34 / Water flow to rack1 (l/min)             %5.2f
C_WATER2=                 0.23 / Water flow to rack2 (l/min)             %5.2f
INS-VER = 'ver9812  '          / Version of the instrument soft/hard      %30s
DOM-HUM =                 32.7 / Dome humidity       (%)                 %5.1f
OUT-HUM =                 36.5 / Outside humidity    (%)                 %5.1f
DOM-TMP =                  4.2 / Dome temperature    (C)                 %6.2f
OUT-TMP =                  6.4 / Outside temperature (C)                 %6.2f
DOM-WND =                 2.35 / Dome wind speed     (m/sec)             %5.2f
OUT-WND =                 4.50 / Outside wind speed                      %5.2f
DOM-PRS =               667.42 / Dome pressure       (hpa)               %7.2f
OUT-PRS =               664.67 / Outside pressure    (hpa)               %7.2f
SEEING  =                 0.46 / Seeing size         (arcsec)            %4.2f
WEATHER = 'excellent'          / Weather condition                        %30s
TELESCOP= 'SUBARU  '           / The name of telescope data obtained       %6s
OBSERVAT= 'NAOJ    '           / Observatory Name                          %4s
BLANK   =                65536 / Value used for NULL pixels               %5d
BSCALE  =                 1.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO          %4.2f
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel values             %3s
BZERO   =                42.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO          %5.2f
DATASET = 'DTSET-CIAO-12123 '  / Dataset Identification Number            %30s
END
```

- CIAO の Polarimetry mode

```
         1         2         3         4         5         6         7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Must be 'T' for confirming FITS file
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix values
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame                        %1d
NAXIS1  =                 1024 / # of pixels/row                           %5d
NAXIS2  =                 1024 / # of rows (also # of scan lines)          %5d
OBSERVER= 'Tamura,Suto,Itoh '  / Name of observer                          %30s
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID                               %20s
FRAMEID = 'CIAA00002347'       / Image sequential number                   %16s
EXP-ID  = 'CIAE00001174'       / ID of the exposure this data was taken    %16s
OBS-MOD = 'Imaging Polarimetry'/ Observation Mode                          %25s
DATA-TYP= 'OBJECT  '           / Type / Characteristics of  this data      %10s
DISPAXIS=                    1 / Dispersion axis in frame                   %1d
CRPIX1  =                512.0 / Reference pixel in X                     %6.1f
CRPIX2  =                512.0 / Reference pixel in Y                     %6.1f
CRVAL1  =         275.10837500 / Physical value of the reference pixel X %13.8f
CRVAL2  =         -16.17306000 / Physical value of the reference pixel Y %13.8f
```

```
CDELT1  =           0.00002778 / Size projected into a detector pixel X  %13.8f
CDELT2  =           0.00002778 / Size projected into a detector pixel Y  %13.8f
CTYPE1  = 'RA--TAN '           / Pixel coordinate system                  %16s
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                  %16s
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL1 and CDELT1     %10s
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2     %10s
PROJP1  =                  0.0 / Projection Type of the first axis        %5.1f
PROJP2  =                  0.0 / Projection Type of the second axis       %5.1f
LONGPOLE=                180.0 / The North Pole of the standard system    %6.1f
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
DATE-OBS= '1998-12-22'         / Observation start date  (yyyy-mm-dd)     %10s
UT      = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S typical UTC at exposure       %10s
UT-STR  = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S UTC at start                  %10s
UT-END  = '13:04:56.7'         / HH:MM:SS.S UT at end                     %10s
HST     = '02:34:56.7'         / HH:MM:SS.S Typical HST at exposure       %10s
LST     = '23:53:10.6'         / HH:MM:SS.S Typical LST at exposure       %20s
MJD     =       5.03965242E+04 / Modified Julian Day at typical time     %20.8f
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in this header           %3s
INSTRUME= 'CIAO    '           / The name of instrument                    %4s
OBJECT  = 'GG Tau  '           / Target Description                       %30s
RA      = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA pointing                 %12s
DEC     = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC pointing              %12s
EQUINOX =               2000.0 / Standard FK5 (years)                    %6.1f
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system          %8s
RA2000  = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing         %12s
DEC2000 = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing      %12s
FOC-POS - 'CASSEGRAIN'         / Focus where the instrument is attached   %12s
FOC-VAL =                2.531 / Encoder value of the focus unit         %10.3f
FILTER01= 'J       '           / Filter name/ID                           %10s
FILTER02= 'NONE    '           / Filter name/ID                           %10s
AIRMASS =              1.24352 / Averaged Air Mass                       %9.5f
ZD      =                36.47 / Zenith Distance at typical time         %5.2f
ZD-STR  =                36.47 / Zenith distance at start                %5.2f
ZD-END  =                36.52 / Zenith distance at end                  %5.2f
AZIMUTH =             120.3400 / Azimuth of telescope pointing           %9.5f
AUTOGUID= 'On      '           / Auto guider on/off                        %3s
M2-TIP  = 'Off     '           / 2nd mirror tip-tilt on-off               %3s
INSROT  =               68.231 / Angle of instrument rotator            %7.3f
DETECTOR= 'Alladin '           / Name of the detector/CCD                 %10s
DET-TMP =               132.5 / Detector temperature                     %5.1f
GAIN    =                1.26 / AD conversion factor                     %5.2f
BIN-FCT1=                   1 / Binning factor of X axis                  %2d
BIN-FCT2=                   1 / Binning factor of Y axis                  %2d
DET-RST =                   2 / Reset number before exposure              %2d
DET-SMPL= 'destructive'        / Sample method                           %15s
DET-NSMP=                   2 / # of multiple sample in each exposure     %2d
DET-VER = 'dest-1  '           / Array control command script name       %30s
DET-TSD =                0.12 / Standard deviation of detector temp.(K)  %6.2f
PRD-MIN1=                   1 / Start x pos. of partialy read out         %5d
PRD-MIN2=                   1 / Start y pos. of partialy read out         %5d
PRD-RNG1=                1024 / x range of partialy read out              %5d
PRD-RNG2=                1024 / y range of partialy read out              %5d
EXP1TIME=                60.0 / Exposure time for one readout (sec)      %7.1f
COADD   =                   2 / # of coadd  EXP1TIMExCOADD=EXPTIME        %2d
EXPTIME =               120.0 / Total integration time (sec)             %8.1f
SLIT    = 'None    '           / Identifier of the entrance slit used     %10s
SLT-LEN =               0.000 / Length of the slit used                 %7.3f
SLT-WID =               0.000 / Width of the slit used                  %6.3f
SLT-PA  =                 0.0 / Slit Position Angle                     %5.1f
WAVELEN =                0.00 / Wavelength at detector center           %6.2f
WAV-MIN =                0.00 / Shortest wavelength focused on detector %6.2f
WAV-MAX =                0.00 / Longest wavelength focused on detector  %6.2f
SLTC-RA =                0.00 / RA of slit center (degree)              %9.5f
SLTC-DEC=                0.00 / DEC of slit center (degree)             %9.5f
SLTCPIX1=                 0.0 / Pixel of slit center (AXIS1)            %6.1f
SLTCPIX2=                 0.0 / Pixel of slit center (AXIS2)            %6.1f
RETPLAT1= '1/2     '           / Identifier of the retarder plate1       %30s
RETPLAT2= 'None    '           / Identifier of the retarder plate2       %30s
RET-ANG1=               45.00 / Position angle of retarder1             %6.2f
RET-ANG2=                0.00 / Position angle of retarder2             %6.2f
POLARIZR= 'wiregridA'          / Name of the Polarizer                   %10s
POL-ANG =                 4.2 / Position Angle of the Polarizer         %6.2f
AO      = 'On      '           / On or Off of Adaptive Optics              %3s
AO-WFS  =              0.3263 / Sigma of deformable mirror              %9.5f
AO-TIP  = 'On      '           / AO tip-tilt on/off                        %3s
AO-FREQ =                 150 / Frequency of AO loop (Hz)                %3d
C_OMASK = 'CIAO #001'          / Identifier of the Occulting Mask        %15s
C_LYOTST= 'CIAO ##01'          / Identifier of the Lyot Stop             %15s
C_LYOANG=                30.1 / Lyot stop position angle  (degree)      %5.1f
C_CAMERA= 'HRM     '           / Camera mode                             %15s
C_BNCTMP=               70.02 / Optical bench temperature (K)           %6.2f
```

```
C_COLX  =               125.34 / Collimator lens x position (um)          %6.2f
C_COLY  =                20.98 / Collimator lens y position (um)          %6.2f
C_VACUUM=            1.236e-7 / Vacuum inside dewar (torr)               %8.3f
C_SHUTTR= 'OFF      '         / Shutter above CIAO  on/off                %3s
C_DETPOS=                54732 / Detector stage position (um)            %5d
C_WATER1=                 1.34 / Water flow to rack1 (l/min)             %5.2f
C_WATER2=                 0.23 / Water flow to rack2 (l/min)             %5.2f
INS-VER = 'ver9812  '         / Version of the instrument soft/hard       %30s
DOM-HUM =                 32.7 / Dome humidity       (%)                 %5.1f
OUT-HUM =                 36.5 / Outside humidity    (%)                 %5.1f
DOM-TMP =                  4.2 / Dome temperature    (C)                 %6.2f
OUT-TMP =                  6.4 / Outside temperature (C)                 %6.2f
DOM-WND =                 2.35 / Dome wind speed     (m/sec)             %5.2f
OUT-WND =                 4.50 / Outside wind speed                      %5.2f
DOM-PRS =               667.42 / Dome pressure       (hpa)               %7.2f
OUT-PRS =               664.67 / Outside pressure    (hpa)               %7.2f
SEEING  =                 0.46 / Seeing size         (arcsec)            %4.2f
WEATHER = 'excellent'         / Weather condition                        %30s
TELESCOP= 'SUBARU   '         / The name of telescope data obtained       %6s
OBSERVAT= 'NAOJ     '         / Observatory Name                          %4s
BLANK   =                65536 / Value used for NULL pixels              %5d
BSCALE  =                 1.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO          %4.2f
BUNIT   = 'ADU      '         / Unit of original pixel values             %3s
BZERO   =                42.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO          %5.2f
DATASET = 'DTSET-CIAO-12123 '  / Dataset Identification Number           %30s
END
```

- CIAO の SpectroPolarimetry mode

```
        1         2         3         4         5         6         7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Must be 'T' for confirming FITS file
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix values
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame                        %1d
NAXIS1  =                 1024 / # of pixels/row                           %5d
NAXIS2  =                 1024 / # of rows (also # of scan lines)          %5d
OBSERVER= 'Tamura,Suto,Itoh '  / Name of observer                          %30s
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID                               %20s
FRAMEID = 'CIAA00002347'       / Image sequential number                   %16s
EXP-ID  = 'CIAE00001174'       / ID of the exposure this data was taken    %16s
OBS-MOD = 'Spectropolarimetry' / Observation Mode                          %25s
DATA-TYP= 'OBJECT   '          / Type / Characteristics of  this data      %10s
DISPAXIS=                    1 / Dispersion axis in frame                   %1d
CRPIX1  =                512.0 / Reference pixel in X                     %6.1f
CRPIX2  =                512.0 / Reference pixel in Y                     %6.1f
CRVAL1  =         275.10837500 / Physical value of the reference pixel X %13.8f
CRVAL2  =         -16.17306000 / Physical value of the reference pixel Y %13.8f
CDELT1  =           0.00002778 / Size projected into a detector pixel X  %13.8f
CDELT2  =           0.00002778 / Size projected into a detector pixel Y  %13.8f
CTYPE1  = 'RA--TAN '           / Pixel coordinate system                   %16s
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                   %16s
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL1 and CDELT1      %10s
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2      %10s
PROJP1  =                  0.0 / Projection Type of the first axis        %5.1f
PROJP2  =                  0.0 / Projection Type of the second axis       %5.1f
LONGPOLE=                180.0 / The North Pole of the standard system    %6.1f
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
DATE-OBS= '1998-12-22'         / Observation start date  (yyyy-mm-dd)      %10s
UT      = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S typical UTC at exposure        %10s
UT-STR  = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S UTC at start                   %10s
UT-END  = '13:04:56.7'         / HH:MM:SS.S UT at end                      %10s
HST     = '02:34:56.7'         / HH:MM:SS.S Typical HST at exposure        %10s
LST     = '23:53:10.6'         / HH:MM:SS.S Typical LST at exposure        %20s
MJD     =       5.03965242E+04 / Modified Julian Day at typical time     %20.8f
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in this header            %3s
INSTRUME= 'CIAO    '           / The name of instrument                     %4s
OBJECT  = 'GG Tau  '           / Target Description                        %30s
RA      = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA pointing                  %12s
DEC     = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC pointing               %12s
EQUINOX =               2000.0 / Standard FK5 (years)                    %6.1f
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system           %8s
RA2000  = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing          %12s
DEC2000 = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing       %12s
FOC-POS - 'CASSEGRAIN'         / Focus where the instrument is attached    %12s
FOC-VAL =                2.531 / Encoder value of the focus unit         %10.3f
FILTER01= 'J       '           / Filter name/ID                            %10s
FILTER02= 'NONE    '           / Filter name/ID                            %10s
AIRMASS =              1.24352 / Averaged Air Mass                       %9.5f
```

```
ZD      =                36.47 / Zenith Distance at typical time          %5.2f
ZD-STR  =                36.47 / Zenith distance at start                 %5.2f
ZD-END  =                36.52 / Zenith distance at end                   %5.2f
AZIMUTH =             120.3400 / Azimuth of telescope pointing            %9.5f
AUTOGUID= 'On      '           / Auto guider on/off                         %3s
M2-TIP  = 'Off     '           / 2nd mirror tip-tilt on-off                 %3s
INSROT  =               68.231 / Angle of instrument rotator              %7.3f
DETECTOR= 'Alladin '           / Name of the detector/CCD                  %10s
DET-TMP =               132.5 / Detector temperature                      %5.1f
GAIN    =                1.26 / AD conversion factor                      %5.2f
BIN-FCT1=                   1 / Binning factor of X axis                   %2d
BIN-FCT2=                   1 / Binning factor of Y axis                   %2d
DET-RST =                   2 / Reset number before exposure               %2d
DET-SMPL= 'destructive'        / Sample method                            %15s
DET-NSMP=                   2 / # of multiple sample in each exposure      %2d
DET-VER = 'dest-1  '           / Array control command script name         %30s
DET-TSD =                0.12 / Standard deviation of detector temp.(K)   %6.2f
PRD-MIN1=                   1 / Start x pos. of partialy read out          %5d
PRD-MIN2=                   1 / Start y pos. of partialy read out          %5d
PRD-RNG1=                1024 / x range of partialy read out               %5d
PRD-RNG2=                1024 / y range of partialy read out               %5d
EXP1TIME=                60.0 / Exposure time for one readout (sec)       %7.1f
COADD   =                   2 / # of coadd  EXP1TIMExCOADD=EXPTIME         %2d
EXPTIME =               120.0 / Total integration time (sec)              %8.1f
SLIT    = 'longslit    '       / Identifier of the entrance slit used      %10s
SLT-LEN =              360.000 / Length of the slit used                  %7.3f
SLT-WID =                0.200 / Width of the slit used                   %6.3f
SLT-PA  =                  0.0 / Slit Position Angle                      %5.1f
WAVELEN =              1100.00 / Wavelength at detector center (nm)       %6.2f
WAV-MIN =              1056.93 / Shortest wavelength focused on detector  %6.2f
WAV-MAX =              1170.07 / Longest wavelength focused on detector   %6.2f
SLTC-RA =            275.10838 / RA of slit center (degree)               %9.5f
SLTC-DEC=            -16.20196 / DEC of slit center (degree)              %9.5f
SLTCPIX1=                512.0 / Pixel of slit center (AXIS1)            %6.1f
SLTCPIX2=                512.0 / Pixel of slit center (AXIS2)            %6.1f
RETPLAT1= '1/2     '           / Identifier of the retarder plate1         %30s
RETPLAT2= 'None    '           / Identifier of the retarder plate2         %30s
RET-ANG1=                45.00 / Position angle of retarder1              %6.2f
RET-ANG2=                 0.00 / Position angle of retarder2              %6.2f
POLARIZR= 'wiregridA'          / Name of the Polarizer                    %10s
POL-ANG =                  4.2 / Position Angle of the Polarizer          %6.2f
AO      = 'On      '           / On or Off of Adaptive Optics               %3s
AO-WFS  =               0.3263 / Sigma of deformable mirror               %9.5f
AO-TIP  = 'On      '           / AO tip-tilt on/off                         %3s
AO-FREQ =                  150 / Frequency of AO loop (Hz)                 %3d
C_OMASK = 'CIAO #001'          / Identifier of the Occulting Mask          %15s
C_LYOTST= 'CIAO ##01'          / Identifier of the Lyot Stop               %15s
C_LYOANG=                 30.1 / Lyot stop position angle  (degree)        %5.1f
C_CAMERA= 'HRM      '          / Camera mode                               %15s
C_BNCTMP=                70.02 / Optical bench temperature (K)            %6.2f
C_COLX  =               125.34 / Collimator lens x position (um)          %6.2f
C_COLY  =                20.98 / Collimator lens y position (um)          %6.2f
C_VACUUM=             1.236e-7 / Vacuum inside dewar (torr)               %8.3f
C_SHUTTR= 'OFF      '          / Shutter above CIAO  on/off                 %3s
C_DETPOS=                54732 / Detector stage position (um)              %5d
C_WATER1=                 1.34 / Water flow to rack1 (l/min)              %5.2f
C_WATER2=                 0.23 / Water flow to rack2 (l/min)              %5.2f
INS-VER = 'ver9812  '          / Version of the instrument soft/hard       %30s
DOM-HUM =                 32.7 / Dome humidity       (%)                 %5.1f
OUT-HUM =                 36.5 / Outside humidity    (%)                 %5.1f
DOM-TMP =                  4.2 / Dome temperature    (C)                 %6.2f
OUT-TMP =                  6.4 / Outside temperature (C)                 %6.2f
DOM-WND =                 2.35 / Dome wind speed     (m/sec)             %5.2f
OUT-WND =                 4.50 / Outside wind speed                      %5.2f
DOM-PRS =               667.42 / Dome pressure       (hpa)               %7.2f
OUT-PRS =               664.67 / Outside pressure    (hpa)               %7.2f
SEEING  =                 0.46 / Seeing size         (arcsec)            %4.2f
WEATHER = 'excellent'          / Weather condition                        %30s
TELESCOP= 'SUBARU  '           / The name of telescope data obtained       %6s
OBSERVAT= 'NAOJ    '           / Observatory Name                          %4s
BLANK   =                65536 / Value used for NULL pixels               %5d
BSCALE  =                 1.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO          %4.2f
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel values             %3s
BZERO   =                42.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO          %5.2f
DATASET = 'DTSET-CIAO-12123 '  / Dataset Identification Number            %30s
END
```

- CIAO の Spectroscopy mode

```
        1         2         3         4         5         6         7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
--------------------------------------------------------------------------------
```

```
SIMPLE  =                    T / Must be 'T' for confirming FITS file
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix values
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame                         %1d
NAXIS1  =                 1024 / # of pixels/row                            %5d
NAXIS2  =                 1024 / # of rows (also # of scan lines)           %5d
OBSERVER= 'Tamura,Suto,Itoh '  / Name of observer                             %30s
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID                                  %20s
FRAMEID = 'CIAA00002347'       / Image sequential number                      %16s
EXP-ID  = 'CIAE00001174'       / ID of the exposure this data was taken       %16s
OBS-MOD = 'Spectroscopy'       / Observation Mode                             %25s
DATA-TYP= 'OBJECT  '           / Type / Characteristics of  this data         %10s
DISPAXIS=                    1 / Dispersion axis in frame                      %1d
CRPIX1  =                512.0 / Reference pixel in X                       %6.1f
CRPIX2  =                512.0 / Reference pixel in Y                       %6.1f
CRVAL1  =         275.10837500 / Physical value of the reference pixel X    %13.8f
CRVAL2  =         -16.17306000 / Physical value of the reference pixel Y    %13.8f
CDELT1  =           0.00002778 / Size projected into a detector pixel X     %13.8f
CDELT2  =           0.00002778 / Size projected into a detector pixel Y     %13.8f
CTYPE1  = 'RA--TAN '           / Pixel coordinate system                      %16s
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                      %16s
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL1 and CDELT1         %10s
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2         %10s
PROJP1  =                  0.0 / Projection Type of the first axis           %5.1f
PROJP2  =                  0.0 / Projection Type of the second axis          %5.1f
LONGPOLE=                180.0 / The North Pole of the standard system      %6.1f
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix       %12.8f
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix       %12.8f
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix       %12.8f
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix       %12.8f
DATE-OBS= '1998-12-22'         / Observation start date  (yyyy-mm-dd)        %10s
UT      = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S typical UTC at exposure          %10s
UT-STR  = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S UTC at start                     %10s
UT-END  = '13:04:56.7'         / HH:MM:SS.S UT at end                        %10s
HST     = '02:34:56.7'         / HH:MM:SS.S Typical HST at exposure          %10s
LST     = '23:53:10.6'         / HH:MM:SS.S Typical LST at exposure          %20s
MJD     =       5.03965242E+04 / Modified Julian Day at typical time       %20.8f
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in this header              %8s
INSTRUME= 'CIAO    '           / The name of instrument                       %8s
OBJECT  = 'GG Tau  '           / Target Description                          %30s
RA      = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA pointing                    %12s
DEC     = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC pointing                 %12s
EQUINOX =               2000.0 / Standard FK5 (years)                      %6.1f
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system             %8s
RA2000  = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing            %12s
DEC2000 = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing         %12s
FOC-POS - 'CASSEGRAIN'         / Focus where the instrument is attached      %12s
FOC-VAL =                2.531 / Encoder value of the focus unit           %10.3f
FILTER01= 'J       '           / Filter name/ID                               %10s
FILTER02= 'NONE    '           / Filter name/ID                               %10s
AIRMASS =              1.24352 / Averaged Air Mass                         %9.5f
ZD      =                36.47 / Zenith Distance at typical time           %5.2f
ZD-STR  =                36.47 / Zenith distance at start                  %5.2f
ZD-END  =                36.52 / Zenith distance at end                    %5.2f
AZIMUTH =             120.3400 / Azimuth of telescope pointing             %9.5f
AUTOGUID= 'On      '           / Auto guider on/off                           %3s
M2-TIP  = 'Off     '           / 2nd mirror tip-tilt on-off                   %3s
INSROT  =               68.231 / Angle of instrument rotator               %7.3f
DETECTOR= 'Alladin '           / Name of the detector/CCD                     %10s
DET-TMP =                132.5 / Detector temperature                       %5.1f
GAIN    =                 1.26 / AD conversion factor                       %5.2f
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of X axis                    %2d
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of Y axis                    %2d
DET-RST =                    2 / Reset number before exposure                %2d
DET-SMPL= 'destructive'        / Sample method                              %15s
DET-NSMP=                    2 / # of multiple sample in each exposure       %2d
DET-VER = 'dest-1  '           / Array control command script name           %30s
DET-TSD =                 0.12 / Standard deviation of detector temp.(K)   %6.2f
PRD-MIN1=                    1 / Start x pos. of partialy read out           %5d
PRD-MIN2=                    1 / Start y pos. of partialy read out           %5d
PRD-RNG1=                 1024 / x range of partialy read out              %5d
PRD-RNG2=                 1024 / y range of partialy read out              %5d
EXP1TIME=                 60.0 / Exposure time for one readout (sec)      %7.1f
COADD   =                    2 / # of coadd  EXP1TIMExCOADD=EXPTIME         %2d
EXPTIME =                120.0 / Total integration time (sec)             %8.1f
SLIT    = 'longslit    '       / Identifier of the entrance slit used       %10s
SLT-LEN =              360.000 / Length of the slit used                  %7.3f
SLT-WID =                0.200 / Width of the slit used                   %6.3f
SLT-PA  =                  0.0 / Slit Position Angle                      %5.1f
WAVELEN =              1100.00 / Wavelength at detector center (nm)       %6.2f
WAV-MIN =              1056.93 / Shortest wavelength focused on detector  %6.2f
WAV-MAX =              1170.07 / Longest wavelength focused on detector   %6.2f
SLTC-RA =            275.10838 / RA of slit center (degree)               %9.5f
SLTC-DEC=            -16.20196 / DEC of slit center (degree)              %9.5f
SLTCPIX1=                512.0 / Pixel of slit center (AXIS1)            %6.1f
```

```
SLTCPIX2=                512.0 / Pixel of slit center (AXIS2)             %6.1f
RETPLAT1= 'None    '           / Identifier of the retarder plate1         %30s
RETPLAT2= 'None    '           / Identifier of the retarder plate2         %30s
RET-ANG1=                  0.00 / Position angle of retarder1              %6.2f
RET-ANG2=                  0.00 / Position angle of retarder2              %6.2f
POLARIZR= 'None    '           / Name of the Polarizer                     %10s
POL-ANG =                   0.0 / Position Angle of the Polarizer          %6.2f
AO      = 'On      '           / On or Off of Adaptive Optics               %3s
AO-WFS  =                0.3263 / Sigma of deformable mirror              %9.5f
AO-TIP  = 'On      '           / AO tip-tilt on/off                         %3s
AO-FREQ =                   150 / Frequency of AO loop (Hz)                 %3d
C_OMASK = 'CIAO #001'          / Identifier of the Occulting Mask          %15s
C_LYOTST= 'CIAO ##01'          / Identifier of the Lyot Stop               %15s
C_LYOANG=                  30.1 / Lyot stop position angle  (degree)       %5.1f
C_CAMERA= 'HRM      '          / Camera mode                               %15s
C_BNCTMP=                 70.02 / Optical bench temperature (K)            %6.2f
C_COLX  =                125.34 / Collimator lens x position (um)          %6.2f
C_COLY  =                 20.98 / Collimator lens y position (um)          %6.2f
C_VACUUM=              1.236e-7 / Vacuum inside dewar (torr)               %8.3f
C_SHUTTR= 'OFF      '          / Shutter above CIAO  on/off                 %3s
C_DETPOS=                 54732 / Detector stage position (um)             %5d
C_WATER1=                  1.34 / Water flow to rack1 (l/min)              %5.2f
C_WATER2=                  0.23 / Water flow to rack2 (l/min)              %5.2f
INS-VER = 'ver9812  '          / Version of the instrument soft/hard       %30s
DOM-HUM =                  32.7 / Dome humidity       (%)                  %5.1f
OUT-HUM =                  36.5 / Outside humidity    (%)                  %5.1f
DOM-TMP =                   4.2 / Dome temperature    (C)                  %6.2f
OUT-TMP =                   6.4 / Outside temperature (C)                  %6.2f
DOM-WND =                  2.35 / Dome wind speed     (m/sec)              %5.2f
OUT-WND =                  4.50 / Outside wind speed                       %5.2f
DOM-PRS =                667.42 / Dome pressure       (hpa)                %7.2f
OUT-PRS =                664.67 / Outside pressure    (hpa)                %7.2f
SEEING  =                  0.46 / Seeing size         (arcsec)             %4.2f
WEATHER = 'excellent'          / Weather condition                         %30s
TELESCOP= 'SUBARU  '           / The name of telescope data obtained        %6s
OBSERVAT= 'NAOJ    '           / Observatory Name                           %3s
BLANK   =                 65536 / Value used for NULL pixels               %5d
BSCALE  =                  1.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO           %4.2f
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel values              %3s
BZERO   =                 42.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO           %5.2f
DATASET = 'DTSET-CIAO-12123 '  / Dataset Identification Number             %30s
END
```

6.5.2 COMICS(1998/08/19)

- COMICS の Imaging mode

```
         1         2         3         4         5         6         7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                   32 / # of bits storing pix values
NAXIS   =                    4 / # of axis in frame                          %1d
NAXIS1  =                  240 / # of pixels/row                             %5d
NAXIS2  =                  336 / # of rows                                   %5d
NAXIS3  =                    1 / # of detectors                              %5d
NAXIS4  =                  100 / # of frames                                 %5d
EXTEND  =                    F / ASCII Table for Z-frame description         %c
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ ???
DATASET = 'DSET-COMICS-123456' / Dataset Identification Number              %20s
FRAMEID = 'COM1234567890123'   / FITS File sequential number                %16s
EXP-ID  = 'COME123456789012'   / ID of the exposure this data was takenA    %16s
OBS-ALOC= '            '       / Allocation Mode for Instrument             %12s
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Observatory/Instrument
OBSERVER= 'Ktz,Ymst,Myt,Okmt ' / Name of observers                          %64s
PROP-ID = 'P1999-0709-1    '   / Proposal ID                                %20s
OBSERVAT= 'NAOJ            '   / Observatory                                %30s
TELESCOP= 'Subaru          '   / Telescope name                             %30s
INSTRUME= 'COMICS          '   / Name of instrument                         %20s
INS-VER = '1.0.0  assembled 990701 '   / Version of the instrument          %30s
DETECTOR= 'Si:As IBC 320x240  x6   '   / Name of the detector/CCD           %10s
DET-ID  =                    1 / ID of the detector used for this data        %d
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Fixed Parameters in COMICS data (img)
DETPXSZ1=               0.0500 / Detector pixel size in axis1 (mm)          %.4f
DETPXSZ2=               0.0500 / Detector pixel size in axis2 (mm)          %.4f
CDELT1  =           0.00003611 / X Scale projected on detector(#/pix)     %13.8f
CDELT2  =           0.00003611 / Y scale projected on detector(#/pix)     %13.8f
CTYPE1  = 'RA---TAN        '   / Pixel coordinate system                    %16s
CTYPE2  = 'DEC--TAN        '   / Pixel coordinate system                    %16s
CUNIT1  = 'degree    '         / Units used in both CRVAL1 and CDELT1       %10s
```

```
CUNIT2  = 'degree    '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2      %10s
CRPIX1  =                 120.0 / Reference pixel in X (pixel)            %-6.1f
CRPIX2  =                 160.0 / Reference pixel in Y (pixel)            %-6.1f
PROJP1  =                   0.0 / Projection type of the first axis        %5.1f
PROJP2  =                   0.0 / Projection type of the second axis       %5.1f
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix     %12.8f
BSCALE  =                   1.0 / Real=fits-value*BSCALE+BZERO              %.1f
BZERO   =                   0.0 / Real=fits-value*BSCALE+BZERO              %.1f
BUNIT   = 'ADU              '   / Unit of original pixel values             %30s
BLANK   =                 32768 / Value used for NULL pixels                  %d
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Date
TIMESYS = 'UTC      '           / Time System used in the header. UTC fix.   %8s
DATE-OBS= '1999-07-09'          / yyyy-mm-dd UTC obs start date             %10s
UT      = '09:12:00.0'          / HH:MM:SS.S UTC at typical time(=start)    %10s
HST     = '23:12:00.0'          / HH:MM:SS.S HST at typical time(=start)    %10s
LST     = '12:34:56.789'        / HH:MM:SS.S LST at typical time(=start)    %12s
MJD     =       12345.67890123 / Modified Julian Day at typ time(=start) %14.8f
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Object
DATA-TYP= 'OBJECT           '   / Type / Characteristics of this data       %15s
RADECSYS= 'FK5      '           / The equatorial coordinate system           %8s
OBJECT  = 'HR 4796 '            / Target Description                        %30s
EQUINOX =                2000.0 / Standard FK5 year                        %6.1f
RA      = '12:36:01.270'        / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing          %12s
RA2000  = '12:36:01.270'        / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing          %12s
DEC     = '-39:52:09.40'        / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing       %12s
DEC2000 = '-39:52:09.40'        / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing       %12s
AZIMUTH =              12.34000 / Azimuth of telescope pointing (degree)   %9.5f
ALTITUDE=              12.34000 / Altitude of telescope pointing(degree)   %8.5f
CRVAL1  =          189.00529167 / Physical value of the reference pixel X %13.8f
CRVAL2  =          -39.86927778 / Physical value of the reference pixel Y %13.8f
AIRMASS =               1.23456 / Averaged Air Mass                        %9.5f
ZD      =              77.66000 / Zenith Distance at typical time          %8.5f
SECZ    =                 1.234 / SEC(Zenith Distance) at typical time     %6.3f
LONGPOLE=                 180.0 / The North Pole of standard system (deg)  %6.1f
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Subaru Parameters
FOC-POS = 'Cassegrain  '        / Focus where the instrument is attached    %12s
TELFOCUS= 'Cassegrain      '    / Focus where a beam is reachable           %30s
FOC-LEN =            100000.000 / Focal length of the telescope (mm)        %.3f
FOC-VAL =                 2.531 / Encoder value of the focus unit (mm)    %10.3f
INSROT  =                12.345 / Instrument Rotator angle (deg)          %-8.3f
AUTOGUID= 'off      '           / Auto Guider on/off                         %8s
M2-TYPE = 'IR       '           /Type of the Secondary Mirror (Opt/IR)       %8s
M2-TIP  = 'on       '              / 2nd Mirror tip-tilt on/off              %8s
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ COMICS Parameters OPTICS
OBS-MOD = 'spectroscopy     '   / Observation Mode                          %20s
FILTER01= 'Through          '   / Filter name/ID (pre-opt filter-1)         %30s
FILTER02= 'Nwide            '   / Filter name/ID (pre-opt filter-2)         %30s
FILTER03= '12um             '   / Filter name/ID (img-opt filter)           %30s
FILTER04= 'N-obj            '   / Lens  name/ID (img-opt)                   %30s
DISPERSR= 'N-mid grt '          / Identifier of the disperser used          %10s
SLIT    = '0.33arcsec'          / Identifier of the entrance slit used      %10s
SLT-LEN =                39.600 / Length of the slit used (arcsec)         %7.3f
SLT-PA  =                   0.0 / Slit Position Angle (degree)             %5.1f
SLT-WID =                0.3300 / Width of the slit used                   %6.3f
SLTCPIX1=                 120.0 / Slit center projected on detector(pix)   %6.1f
SLTCPIX2=                 160.0 / Slit center projected on detector(pix)   %6.1f
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ COMICS Parameters DETECTOR
EXPTIME =                 0.080 / Total integration time per frame(sec)    %7.3f
DET-TMP =                  6.01 / Detector temperature (K)                 %6.2f
GAIN    =                330.90 / AD conversion factor (electron/ADU)      %5.2f
PRD-MIN1=                     1 / Start X pos. of partialy read out (pix)     %d
PRD-MIN2=                     1 / Start Y pos. of partialy read out (pix)     %d
PRD-RNG1=                   320 / X Range of partialy read out (pix)          %d
PRD-RNG2=                   240 / Y Range of partialy read out (pix)          %d
BIN-FCT1=                     1 / Binning factor of X axis (pixel)          %2d
BIN-FCT2=                     1 / Binning factor of Y axis (pixel)          %2d
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Condition at the observation
WEATHER = 'rainstorm '          / Weather condition                         %30s
SEEING  =                  0.45 / Long integ PSF FWHM (arcsec)             %.2f
DOM-WND =                  4.61 / Wind speed in the dome (m/s)             %5.2f
OUT-WND =                  7.79 / Wind speed outside (m/s)                 %5.2f
DOM-TMP =                273.51 / Temperature measured in the dome (K)     %6.2f
OUT-TMP =                273.72 / Temperature measured outside dome (K)    %6.2f
DOM-HUM =                  90.1 / Humidity measured in the dome            %5.1f
OUT-HUM =                 101.1 / Humidity measured outside the dome       %5.1f
DOM-PRS =                670.00 / Atmospheric pressure in the Dome (hpa)   %7.2f
OUT-PRS =                670.00 / Atmospheric pressure outside dome (hPa)  %7.2f
COMMENT
COMMENT ------------------------------------------------
COMMENT Subaru Device Dependent Header Block for COMICS
COMMENT ------------------------------------------------
```

```
COMMENT          'Q_' provisionally means COMICS header
COMMENT
COMMENT  +++++++++++++++++++++ Type of this data
Q_DTYPE = 'slitview  '          / type of this file spec/img/slitview       %10s
Q_OBSID =             12345678 / Observation ID of COMICS                   %8d
COMMENT  +++++++++++++++++++++ Pre-Optics
Q_WINDOW= 'Ge10um    '          / Entrance Window                          %10s
Q_M1MOTA=                  224 / Pulse count of 1st mir. para to bench      %8d
Q_M1MOTB=                  339 / Pulse count of 1st mir. vert to bench      %8d
COMMENT  +++++++++++++++++++++ Slit Viewer/Imager
Q_SLTVEW= 'on      '            / Slit Viewer on/off                        %8s
Q_SPFILE= 'COMA00000001'        / File name of spectroscopy                %20s
Q_SVWMIN=           11650.0000 / Observed Wavelength of S Viewer min(nm) %10.4f
Q_SVWMAX=           12490.0000 / Observed Wavelength of S Viewer max(nm) %10.4f
COMMENT  ++++++++++++++++++++ Temperature
Q_DETTP1=              4.95000 / Temperature of the detector spec-1 (K)  %10.5f
Q_DETTP2=              4.85000 / Temperature of the detector spec-2 (K)  %10.5f
Q_DETTP3=              4.95000 / Temperature of the detector spec-3 (K)  %10.5f
Q_DETTP4=              4.88000 / Temperature of the detector spec-4 (K)  %10.5f
Q_DETTP5=              4.95000 / Temperature of the detector spec-5 (K)  %10.5f
Q_DETTPI=              6.95000 / Temperature of the detector img (K)     %10.5f
Q_CFTP1 =                 4.22 / Temp. of the cooled finger  spec (K)     %6.2f
Q_CFTP2 =                 3.99 / Temp. of the cooled finger  img  (K)     %6.2f
Q_OPTTP1=                30.00 / Temp. of the optics spec-A (K)           %6.2f
Q_OPTTP2=                30.00 / Temp. of the optics spec-B (K)           %6.2f
Q_OPTTP3=                30.00 / Temp. of the optics spec-C (K)           %6.2f
Q_OPTTP4=                30.00 / Temp. of the optics img-A (K)            %6.2f
Q_OPTTP5=                30.00 / Temp. of the optics img-A (K)            %6.2f
Q_OPTTP6=                30.00 / Temp. of the optics img-A (K)            %6.2f
Q_COHTP1=                 3.99 / Temp. of the cooler head spec (K)        %6.2f
Q_COHTP2=                 3.89 / Temp. of the cooler head img (K)         %6.2f
Q_SHDTP1=                67.99 / Temp. of the shield A (K)                %6.2f
Q_SHDTP2=                67.99 / Temp. of the shield B (K)                %6.2f
Q_ABTTP1=               300.14 / Temperature of Ambient thermometer (K)   %6.2f
Q_ABTTP2=               350.32 / Temperature of Ambient thermometer (K)   %6.2f
Q_ABTMP3=               280.41 / Temperature of Ambient thermometer (K)   %6.2f
COMMENT  +++++++++++++++++++++ Detector Drive
Q_CLKVER= 'Q_CLK0001-990701'    / Clock version                            %30s
Q_CLKFL = 'Q_031_022_039_001_010   ' / Clock macro file name               %30s
Q_CLKMCC= 'This is preliminary clk ' / Coment on clock pattern macro       %30s
Q_CLKNM = 'GETRAW  '            / Clock pattern name                       %30s
Q_CLKCLC= 'Not coadded     '    / Coment on each clock pattern             %30s
Q_PIXTIM=                 5.00 / Clock duration for a pixel (microsec)    %6.2f
Q_FRRATE=              40.0000 / Detector Framerate (Hz)                  %8.4f
Q_READTM=           0.02500000 / Time for reading out 1 exp (sec)        %12.8f
Q_NDRATE=                  100 / N.D. rate of the detector (1/243)         %3d
Q_NDEFF =           0.41142300 / efficiency of the integ by using N.D.   %10.8f
COMMENT  +++++++++++++++++++++ Chopping and Nodding
Q_CHOP  = 'on      '            / Chopping on/off                          %8s
Q_CPWTP = 'on      '            / Tip-tilt with chopping on/off            %8s
Q_CPBMST= 'origin           '  / Chopping beam at the 1st exp.            %16s
Q_CPFREQ=               2.5000 / Chopping Frequency (Hz)                  %8.4f
Q_CPTIME=             0.200000 / Chopping period per 1 beam (sec)        %10.6f
Q_CPEXP =                    8 / Number of exp of 1 chopping beam           %d
Q_CPEXAD=                    1 / Number of coadded exp.                     %d
Q_CPFRAM=                    7 / Number of frame of 1 chopping beam         %d
Q_CPNUM =                  120 / Number of chopping in this file            %d
Q_INT1BM=            21.000000 / Integration time per 1 position (sec)     %.6f
Q_CPTHRW=              90.0000 / Chopping throw (arcsec)                  %10.4f
Q_CPPA  =               0.0000 / Chopping P.A.  (deg)                     %8.4f
Q_NDTIME=                10.00 / Nodding period (sec)                      %.2f
Q_NDOFRA=              20.0000 / Nodding offset R.A. (arcsec)             %10.4f
Q_NDOFDE=               -10.8 / Nodding offset Dec (arcsec)               %8.4f
Q_NDBEM ='main        '         / Nodding Beam main/offset                 %12s
Q_NDCOM ='Normal 2beam nodding    ' / Comment about Nodding                %30s
END
```

- COMICS の Spectroscopy mode

```
         1         2         3         4         5         6         7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                   32 / # of bits storing pix values
NAXIS   =                    4 / # of axis in frame                         %1d
NAXIS1  =                  336 / # of pixels/row                            %5d
NAXIS2  =                  240 / # of rows                                  %5d
NAXIS3  =                    5 / # of detectors                             %5d
NAXIS4  =                   10 / # of frames                                %5d
EXTEND  =                    F / ASCII Table for Z-frame description        %c
COMMENT +++++++++++++++++++++++++ ???
DATASET = 'DSET-COMICS-123456' / Dataset Identification Number             %20s
```

```
FRAMEID = 'COM1234567890123'   / FITS File sequential number               %16s
EXP-ID  = 'COME123456789012'   / ID of the exposure this data was takenA   %16s
OBS-ALOC= '           '        / Allocation Mode for Instrument            %12s
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Observatory/Instrument
OBSERVER= 'Ktz,Ymst,Myt,Okmt ' / Name of observers                          %64s
PROP-ID = 'P1999-0709-1    '   / Proposal ID                                %20s
OBSERVAT= 'NAOJ            '   / Observatory                                %30s
TELESCOP= 'Subaru          '   / Telescope name                             %30s
INSTRUME= 'COMICS          '   / Name of instrument                         %20s
INS-VER = '1.0.0  assembled 990701 '   / Version of the instrument          %30s
DETECTOR= 'Si:As IBC 320x240  x6   '   / Name of the detector/CCD           %10s
DET-ID  =                    1 / ID of the detector used for this data       %d
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Fixed Parameters in COMICS data (spec)
DETPXSZ1=               0.0500 / Detector pixel size in axis1 (mm)          %.4f
DETPXSZ2=               0.0500 / Detector pixel size in axis2 (mm)          %.4f
CDELT1  =           0.00004583 / X Scale projected on detector(#/pix)     %13.8f
CDELT2  =           0.00004583 / Y scale projected on detector(#/pix)     %13.8f
CTYPE1  = 'RA---TAN        '   / Pixel coordinate system                    %16s
CTYPE2  = 'DEC--TAN        '   / Pixel coordinate system                    %16s
CUNIT1  = 'degree    '         / Units used in both CRVAL1 and CDELT1       %10s
CUNIT2  = 'degree    '         / Units used in both CRVAL2 and CDELT2       %10s
CRPIX1  =                160.0 / Reference pixel in X (pixel)             %-6.1f
CRPIX2  =                120.0 / Reference pixel in Y (pixel)             %-6.1f
PROJP1  =                  0.0 / Projection type of the first axis         %5.1f
PROJP2  =                  0.0 / Projection type of the second axis        %5.1f
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix      %12.8f
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix      %12.8f
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix      %12.8f
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix      %12.8f
BSCALE  =                  1.0 / Real=fits-value*BSCALE+BZERO               %.1f
BZERO   =                  0.0 / Real=fits-value*BSCALE+BZERO               %.1f
BUNIT   = 'ADU             '   / Unit of original pixel values             %30s
BLANK   =                32768 / Value used for NULL pixels                  %d
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Date
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in the header. UTC fix.    %8s
DATE-OBS= '1999-07-09'         / yyyy-mm-dd UTC obs start date             %10s
UT      = '09:12:00.0'         / HH:MM:SS.S UTC at typical time(=start)    %10s
HST     = '23:12:00.0'         / HH:MM:SS.S HST at typical time(=start)    %10s
LST     = '12:34:56.789'       / HH:MM:SS.S LST at typical time(=start)    %12s
MJD     =       12345.67890123 / Modified Julian Day at typ time(=start) %14.8f
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Object
DATA-TYP= 'OBJECT          '   / Type / Characteristics of this data       %15s
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system           %8s
OBJECT  = 'HR 4796 '           / Target Description                        %30s
EQUINOX =                2000.0 / Standard FK5 year                       %6.1f
RA      = '12:36:01.270'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing          %12s
RA2000  = '12:36:01.270'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing          %12s
DEC     = '-39:52:09.40'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing       %12s
DEC2000 = '-39:52:09.40'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing       %12s
AZIMUTH =             12.34000 / Azimuth of telescope pointing (degree)   %9.5f
ALTITUDE=             12.34000 / Altitude of telescope pointing(degree)   %8.5f
CRVAL1  =         189.00529167 / Physical value of the reference pixel X %13.8f
CRVAL2  =         -39.86927778 / Physical value of the reference pixel Y %13.8f
AIRMASS =              1.23456 / Averaged Air Mass                        %9.5f
ZD      =             77.66000 / Zenith Distance at typical time          %8.5f
SECZ    =                1.234 / SEC(Zenith Distance) at typical time     %6.3f
LONGPOLE=                180.0 / The North Pole of standard system (deg)  %6.1f
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Subaru Parameters
FOC-POS = 'Cassegrain  '       / Focus where the instrument is attached    %12s
TELFOCUS= 'Cassegrain      '   / Focus where a beam is reachable           %30s
FOC-LEN =           100000.000 / Focal length of the telescope (mm)        %.3f
FOC-VAL =                2.531 / Encoder value of the focus unit (mm)    %10.3f
INSROT  =               12.345 / Instrument Rotator angle (deg)          %-8.3f
AUTOGUID= 'off     '           / Auto Guider on/off                         %8s
M2-TYPE = 'IR      '           /Type of the Secondary Mirror (Opt/IR)       %8s
M2-TIP  = 'on      '                 / 2nd Mirror tip-tilt on/off          %8s
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ COMICS Parameters OPTICS
OBS-MOD = 'spectroscopy    '   / Observation Mode                           %20s
FILTER01= 'Through         '   / Filter name/ID (pre-opt filter-1)          %30s
FILTER02= 'Nwide           '   / Filter name/ID (pre-opt filter-2)          %30s
FILTER03= '12um            '   / Filter name/ID (img-opt filter)           %30s
FILTER04= 'N-obj           '   / Lens  name/ID (img-opt)                   %30s
DISPERSR= 'N-mid grt '         / Identifier of the disperser used           %10s
SLIT    = '0.33arcsec'         / Identifier of the entrance slit used       %10s
SLT-LEN =               39.600 / Length of the slit used (arcsec)          %7.3f
SLT-PA  =                  0.0 / Slit Position Angle (degree)              %5.1f
SLT-WID =               0.3300 / Width of the slit used                    %6.3f
SLTCPIX1=                160.0 / Slit center projected on detector(pix)    %6.1f
SLTCPIX2=                120.0 / Slit center projected on detector(pix)    %6.1f
DISPAXIS=                    1 / Dispersion Axis  in frame                  %1d
WAV-MIN =            7510.0000 / Shortest wavelen. focused on det (nm)   %10.4f
WAV-MAX =           13500.0000 / Longest wavelen. focused on det (nm)    %10.4f
WAVELEN =           10505.0000 / Wavelength at center (nm)               %10.4f
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ COMICS Parameters DETECTOR
```

```
EXPTIME =                0.080 / Total integration time per frame(sec)    %7.3f
DET-TMP =                 6.01 / Detector temperature (K)                 %6.2f
GAIN    =               330.90 / AD conversion factor (electron/ADU)      %5.2f
PRD-MIN1=                    1 / Start X pos. of partialy read out (pix)     %d
PRD-MIN2=                    1 / Start Y pos. of partialy read out (pix)     %d
PRD-RNG1=                  320 / X Range of partialy read out (pix)          %d
PRD-RNG2=                  240 / Y Range of partialy read out (pix)          %d
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of X axis (pixel)           %2d
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of Y axis (pixel)           %2d
COMMENT ++++++++++++++++++++++++++ Condition at the observation
WEATHER = 'rainstorm '           / Weather condition                       %30s
SEEING  =                 0.45 / Long integ PSF FWHM (arcsec)             %.2f
DOM-WND =                 4.61 / Wind speed in the dome (m/s)             %5.2f
OUT-WND =                 7.79 / Wind speed outside (m/s)                 %5.2f
DOM-TMP =               273.51 / Temperature measured in the dome (K)     %6.2f
OUT-TMP =               273.72 / Temperature measured outside dome (K)    %6.2f
DOM-HUM =                 90.1 / Humidity measured in the dome            %5.1f
OUT-HUM =                101.1 / Humidity measured outside the dome       %5.1f
DOM-PRS =               670.00 / Atmospheric pressure in the Dome (hpa)   %7.2f
OUT-PRS =               670.00 / Atmospheric pressure outside dome (hPa)  %7.2f
COMMENT
COMMENT ------------------------------------------------
COMMENT Subaru Device Dependent Header Block for COMICS
COMMENT ------------------------------------------------
COMMENT          'Q_' provisionally means COMICS header
COMMENT
COMMENT  ++++++++++++++++++++ Type of this data
Q_DTYPE = 'slitview  '           / type of this file spec/img/slitview       %10s
Q_OBSID =             12345678 / Observation ID of COMICS                    %8d
COMMENT  ++++++++++++++++++++ Pre-Optics
Q_WINDOW= 'Ge10um    '           / Entrance Window                          %10s
Q_M1MOTA=                  224 / Pulse count of 1st mir. para to bench      %8d
Q_M1MOTB=                  339 / Pulse count of 1st mir. vert to bench      %8d
COMMENT  ++++++++++++++++++++ Slit Viewer/Imager
Q_SLTVEW= 'on      '             / Slit Viewer on/off                       %8s
Q_SVFILE= 'COMA00000002'         / Image file name obtained slit viewer     %12s
Q_SVWMIN=           11650.0000 / Observed Wavelength of S Viewer min(nm) %10.4f
Q_SVWMAX=           12490.0000 / Observed Wavelength of S Viewer max(nm) %10.4f
COMMENT  ++++++++++++++++++++ Spectrometer
Q_GRTMOT=               330843 / Pulse count of grating motor               %d
Q_GRTANG=             0.123456 / Grating Tilt Angle (deg)                 %10.6f
Q_WVMIN1=            7510.0000 / Observed Wavelen of Spec Det-1 min (nm) %10.4f
Q_WVMAX1=            8510.0000 / Observed Wavelen of Spec Det-1 max (nm) %10.4f
Q_WVMIN2=            9010.0000 / Observed Wavelen of Spec Det-2 min (nm) %10.4f
Q_WVMAX2=            9510.0000 / Observed Wavelen of Spec Det-2 max (nm) %10.4f
Q_WVMIN3=           10000.0000 / Observed Wavelen of Spec Det-3 min (nm) %10.4f
Q_WVMAX3=           10900.0000 / Observed Wavelen of Spec Det-3 max (nm) %10.4f
Q_WVMIN4=           11500.0000 / Observed Wavelen of Spec Det-4 min (nm) %10.4f
Q_WVMAX4=           12200.0000 / Observed Wavelen of Spec Det-4 max (nm) %10.4f
Q_WVMIN5=           12800.0000 / Observed Wavelen of Spec Det-5 min (nm) %10.4f
Q_WVMAX5=           13500.0000 / Observed Wavelen of Spec Det-5 max (nm) %10.4f
COMMENT  ++++++++++++++++++++ Temperature
Q_DETTP1=              4.95000 / Temperature of the detector spec-1 (K)  %10.5f
Q_DETTP2=              4.85000 / Temperature of the detector spec-2 (K)  %10.5f
Q_DETTP3=              4.95000 / Temperature of the detector spec-3 (K)  %10.5f
Q_DETTP4=              4.88000 / Temperature of the detector spec-4 (K)  %10.5f
Q_DETTP5=              4.95000 / Temperature of the detector spec-5 (K)  %10.5f
Q_DETTPI=              6.95000 / Temperature of the detector img (K)     %10.5f
Q_CFTP1 =                 4.22 / Temp. of the cooled finger  spec (K)     %6.2f
Q_CFTP2 =                 3.99 / Temp. of the cooled finger  img  (K)     %6.2f
Q_OPTTP1=                30.00 / Temp. of the optics spec-A (K)           %6.2f
Q_OPTTP2=                30.00 / Temp. of the optics spec-B (K)           %6.2f
Q_OPTTP3=                30.00 / Temp. of the optics spec-C (K)           %6.2f
Q_OPTTP4=                30.00 / Temp. of the optics img-A (K)            %6.2f
Q_OPTTP5=                30.00 / Temp. of the optics img-A (K)            %6.2f
Q_OPTTP6=                30.00 / Temp. of the optics img-A (K)            %6.2f
Q_COHTP1=                 3.99 / Temp. of the cooler head spec (K)        %6.2f
Q_COHTP2=                 3.89 / Temp. of the cooler head img (K)         %6.2f
Q_SHDTP1=                67.99 / Temp. of the shield A (K)                %6.2f
Q_SHDTP2=                67.99 / Temp. of the shield B (K)                %6.2f
Q_ABTTP1=               300.14 / Temperature of Ambient thermometer (K)   %6.2f
Q_ABTTP2=               350.32 / Temperature of Ambient thermometer (K)   %6.2f
Q_ABTMP3=               280.41 / Temperature of Ambient thermometer (K)   %6.2f
COMMENT  ++++++++++++++++++++ Detector Drive
Q_CLKVER= 'Q_CLK0001-990701'     / Clock version                           %30s
Q_CLKFL = 'Q_031_022_039_001_010   ' / Clock macro file name              %30s
Q_CLKMCC= 'This is preliminary clk ' / Coment on clock pattern macro      %30s
Q_CLKNM = 'GETRAW  '             / Clock pattern name                     %30s
Q_CLKCLC= 'Not coadded     '     / Coment on each clock pattern           %30s
Q_PIXTIM=                 5.00 / Clock duration for a pixel (microsec)    %6.2f
Q_FRRATE=                40.0000 / Detector Framerate (Hz)                %8.4f
Q_READTM=           0.02500000 / Time for reading out 1 exp (sec)        %12.8f
Q_NDRATE=                  100 / N.D. rate of the detector (1/243)         %3d
Q_NDEFF =           0.41142300 / efficiency of the integ by using N.D.   %10.8f
```

```
COMMENT  +++++++++++++++++++++ Chopping and Nodding
Q_CHOP  = 'on      '           / Chopping on/off                          %8s
Q_CPWTP = 'on      '           / Tip-tilt with chopping on/off            %8s
Q_CPBMST= 'origin          '  / Chopping beam at the 1st exp.            %16s
Q_CPFREQ=               2.5000 / Chopping Frequency (Hz)                 %8.4f
Q_CPTIME=            0.200000 / Chopping period per 1 beam (sec)        %10.6f
Q_CPEXP =                   8 / Number of exp of 1 chopping beam          %d
Q_CPEXAD=                   1 / Number of coadded exp.                    %d
Q_CPFRAM=                   7 / Number of frame of 1 chopping beam        %d
Q_CPNUM =                 120 / Number of chopping in this file           %d
Q_INT1BM=           21.000000 / Integration time per 1 position (sec)    %.6f
Q_CPTHRW=             90.0000 / Chopping throw (arcsec)                 %10.4f
Q_CPPA  =              0.0000 / Chopping P.A.  (deg)                     %8.4f
Q_NDTIME=               10.00 / Nodding period (sec)                     %.2f
Q_NDOFRA=             20.0000 / Nodding offset R.A. (arcsec)            %10.4f
Q_NDOFDE=               -10.8 / Nodding offset Dec (arcsec)              %8.4f
Q_NDBEM ='main       '         / Nodding Beam main/offset                %12s
Q_NDCOM ='Normal 2beam nodding    ' / Comment about Nodding              %30s
END
```

6.5.3 FOCAS(1998/09/08)

- FOCAS の Imaging mode

```
         1         2         3         4         5         6         7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix value
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame
NAXIS1  =                 4096 / # of pixels/row
NAXIS2  =                 2048 / # of rows (also # of scan lines)
EXTEND  =                    T / Extension FITS format
OBSERVER= 'Y.Yadoumaru, K.Aoki, T.Ozawa, night-staff and WG' / Name of observer
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID
INSTRUME= 'FOCAS   '           / Name of instrument
FRAMEID = 'FSCA000023471234'   / Image sequential number
EXP-ID  = 'FSCE000011741234'   / ID of the exposure this data was taken
OBS-MOD = 'Imaging '           / Observation Mode
DATA-TYP= 'OBJECT  '           / Type / Characteristics of this data
OBSERVAT= 'NAOJ    '           / Observatory
TELESCOP= 'SUBARU  '           / Telescope name
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in the header. UTC fix.
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system
OBS-ALOC= 'OBSEVING'           / Allocation mode for Instrument
DATASET = 'FOCAS-12345'        / ID of an observation dataset
WCS-ORIG= 'SUBARU toolkit'     / Origin of the WCS value
CRPIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X
CRPIX2  =              +1024.0 / Reference pixel in Y
CRVAL1  =        +0.275108E+03 / Physical value of the reference pixel X
CRVAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of the reference pixel Y
CDELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel X
CDELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel Y
CTYPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAl1 and CDELT1
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2
LONGPOLE=            180.00000 / The North Pole of the standard system
PC001001=        +0.100000E+01 / Pixel Coordinate translation matrix
PC001002=        +0.000000E+00 / Pixel Coordinate translation matrix
PC002001=        +0.100000E+01 / Pixel Coordinate translation matrix
PC002002=        +0.000000E+00 / Pixel Coordinate translation matrix
COMMENT
C2PIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X
C2PIX2  =              +1024.0 / Reference pixel in Y
C2VAL1  =        +0.275108E+03 / Physical value of ref pix X for WCS
C2VAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of ref pix Y for WCS
C2ELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel X
C2ELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel Y
C2YPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system
C2YPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system
C2NIT1  = 'degree  '           / Units used in both C2VAl1 and C2ELT1
C2NIT2  = 'degree  '           / Units used in both C2VAL2 and C2ELT2
BSCALE  =                  1.0 / Real=fits_value*BSCALE+BZERO
BZERO   =              32768.0 / Real=fits_value*BSCALE+BZERO
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel values
BLANK   =                -32768 / Value used for NULL pixels
DATE-OBS= '1998-05-06'         / Observation start date (yyyy-mm-dd)
UT      = '12:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS typical UTC at exposure
UT-STR  = '12:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS UTC at exposure start
```

```
UT-END  = '13:04:56.78'        / HH:MM:SS.SS UTC at exposure end
HST     = '02:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS typical HST at exposure
HST-STR = '02:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS HST at exposure start
HST-END = '03:04:56.78'        / HH:MM:SS.SS HST at exposure end
LST     = '23:53:10.67'        / HH:MM:SS.SS typical LST at exposure
LST-STR = '23:53:10.67'        / HH:MM:SS.SS LST at exposure start
LST-END = '24:23:20.63'        / HH:MM:SS.SS LST at exposure end
MJD     =       50396.52420000 / Modified Julian Day at typical time
MJD-STR =       50396.52420000 / Modified Julian Day at exposure start
MJD-END =       50396.54500000 / Modified Julian Day at exposure end
EXPTIME =              1800.00 / Total integration time (sec)
OBJECT  = 'M17     '           / Target Description
RA      = '18:20:26.010'       / RA of telescope pointing (HH:MM:SS.SSS)
RA2000  = '18:20:26.010'       / RA (J2000) pointing (HH:MM:SS.SSS)
DEC     = '-16:12:07.1'        / DEC of telescope pointing (+/-DD:MM:SS.SS)
DEC2000 = '-16:12:07.1'        / DEC (J2000) pointing (+/-DD:MM:SS.SS)
EQUINOX =               2000.0 / Standard FK5 (years)
AZIMUTH =           -16.625000 / Azimuth angle of telescope pointing (degree), S
ALTITUDE=            36.47000 / Altitude angle of telescope pointing (degree)
TELFOCAS= 'CASSEGRAIN'         / Focus where a beam is reachable
FOC-POS = 'CASSEGRAIN'         / Focus where the instrument is attached
FOC-VAL =               +2.513 / Encoder value of the focus unit
F-RATIO =                 12.2 / F-ratio of each telescope-focus.
ADC-TYPE= 'RED     '           / ADC name if used
ADC     =              +21.123 / ADC PA during exposure (degree)
ADC-STR =              +19.059 / ADC PA at exposure start (degree)
ADC-END =              +25.897 / ADC PA at exposure end (degree)
FILTER01= 'NONE    '           / Filter name/ID
FILTER02= 'NONE    '           / Filter name/ID
FILTER03= 'NONE    '           / Filter name/ID
FLT-A01 =                 5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
FLT-A02 =                 5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
FLT-A03 =                 5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
AIRMASS =                 1.24 / Averaged Air Mass
AIRM-STR=                 1.21 / Air Mass at exposure start
AIRM-END=                 1.28 / Air Mass at exposure end
ZD      =                36.47 / Zenith Distance at typical time (degree)
ZD-STR  =                34.28 / Zenith Distance at exposure start (degree)
ZD-END  =                38.63 / Zenith Distance at exposure end (degree)
SECZ    =                1.243 / SEC(Zenith Distance) at typical time
SECZ-STR=                1.210 / SEC(ZD) at exposure start
SECZ-END=                1.280 / SEC(ZD) at exposure end
DAQ-VER = 'DAQ-1.0.3'          / Version of the DAQ-soft
INS-VER = 'FCS-1.2-1.0'        / Version of the instrument/control-soft
DETECTOR= 'MIT_001 '           / Name of the detector/CCD
DET-ID  =                    1 / ID of the detector used for this data
DET-A01 =                0.000 / Relative angle of the nn-th detector (degree)
DET-P101=               -103.5 / Relative X-Position of nn-th detector (nm)
DET-P201=                 12.5 / Relative Y-Position of nn-th detector (nm)
DET-TMP =               132.50 / Detector temperature (K)
DET-TMED=               132.50 / Median of the detector temperature (K)
DET-TMIN=               132.40 / Minimun temperature of the detector (K)
DET-TMAX=               132.55 / Maximun temperature of the detector (K)
GAIN    =                 1.26 / AD conversion factor (electron/ADU)
EFP-MIN1=                   10 / Start X position of effective data region
EFP-MIN2=                   10 / Start Y position of effective data region
EFP-RNG1=                 4046 / X range of effective data region
EFP-RNG2=                 2028 / Y range of effective data region
PRD-MIN1=                    1 / Start X position of partialy read out
PRD-MIN2=                    1 / Start Y position of partialy read out
PRD-RNG1=                 4096 / X range of the partialy read out
PRD-RNG2=                 2048 / Y range of the partialy read out
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of X axis
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of Y axis
WEATHER = 'CLEAR   '           / Weather condition (selected by observer)
SEEING  =                 0.45 / FWHM of star size at telescope focus (arcsec)
DOM-WND =                 4.61 / Wind speed in the dome (m/sec)
OUT-WND =                 7.79 / Wind speed outside the dome (m/sec)
DOM-TMP =               273.53 / Temperature in the dome (K)
OUT-TMP =               273.72 / Temperature outside the dome (K)
DOM-HUM =                45.00 / Humidity in the dome (%?)
OUT-HUM =                58.00 / Humidity outside the dome (%?)
SLIT    = 'LONGSLIT'           / Identifier of the entrance slit used
COMMENT ---  Subaru Device Dependent Header Block for FOCAS  ---
F_TMP-A =               275.33 / Temperature of MOS unit (K)
F_TMP-B =               272.45 / Temperature of lens unit (K)
F_TMP-C1=               272.15 / Temperature of collimator beam unit-1 (K)
F_TMP-C2=               272.20 / Temperature of collimator beam unit-2 (K)
F_TMP-C3=               272.10 / Temperature of collimator beam unit-3 (K)
F_TMP-D =               273.29 / Temperature of Camera lens unit (K)
F_TMP-E1=               275.29 / Temperature of VME-1 (K)
F_TMP-E2=               275.30 / Temperature of VME-2 (K)
F_TMP-F1=               275.31 / Temperature of driver-unit A-1 (K)
F_TMP-F2=               275.28 / Temperature of diver-unit A-2 (K)
```

```
F_TMP-G1=               275.29 / Temperature of drive-unit B-1 (K)
F_TMP-G2=               275.27 / Temperature of driver-unit B-2 (K)
F_TMP-H1=               275.29 / Temperature of driver-unit C-1 (K)
F_TMP-H2=               275.27 / Temperature of drive-unit C-2 (K)
F_TMP-I1=               275.35 / Temperature of driver-unit D-1 (K)
F_TMP-I2=               275.38 / Temperature of driver-unit D-2 (K)
F_TMP-J1=               275.25 / Temperature of driver-unit E-1 (K)
F_TMP-J2=               275.22 / Temperature of driver-unit E-2 (K)
F_DEWERX=                27.00 / X-position of dewer stage (micron meter)
F_DEWERY=                10.00 / Y-position of dewer stage (micron meter)
F_DEWERZ=               152.94 / Z-position of dewer stage (micron meter)
F_HOLANG=                 -5.2 / angle of mask holder (degree)
F_MSK-ID= 'MSK300151'          / ID of Mask (for all mode)
F_CAD-ID= 'CAD005235'          / ID of CAD data for mask cutting
F_CADREF= 'FSCA00002345'       / ID/name of image/catalog data for mask design
F_SLT-NO=                    3 / total # of slit on mask
F_POSANG=                 0.00 / PA of cross-dispersion axis (degree)
END
```

- FOCAS の ImagingPolarimetry mode

```
         1         2         3         4         5         6         7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix value
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame
NAXIS1  =                 4096 / # of pixels/row
NAXIS2  =                 2048 / # of rows (also # of scan lines)
EXTEND  =                    T / Extension FITS format
OBSERVER= 'Y.Yadoumaru, K.Aoki, T.Ozawa, night-staff and WG' / Name of observer
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID
INSTRUME= 'FOCAS   '           / Name of instrument
FRAMEID = 'FSCA000023471234'   / Image sequential number
EXP-ID  = 'FSCE000011741234'   / ID of the exposure this data was taken
OBS-MOD = 'Imaging-Polarimetry' / Observation Mode
DATA-TYP= 'OBJECT  '           / Type / Characteristics of this data
OBSERVAT= 'NAOJ    '           / Observatory
TELESCOP= 'SUBARU  '           / Telescope name
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in the header. UTC fix.
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system
OBS-ALOC= 'OBSEVING'           / Allocation mode for Instrument
DATASET = 'FOCAS-12345'        / ID of an observation dataset
WCS-ORIG= 'SUBARU toolkit'     / Origin of the WCS value
CRPIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X
CRPIX2  =              +1024.0 / Reference pixel in Y
CRVAL1  =        +0.275108E+03 / Physical value of the reference pixel X
CRVAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of the reference pixel Y
CDELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel X
CDELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel Y
CTYPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAl1 and CDELT1
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2
LONGPOLE=            180.00000 / The North Pole of the standard system
COMMENT
C2PIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X
C2PIX2  =              +1024.0 / Reference pixel in Y
C2VAL1  =        +0.275108E+03 / Physical value of ref pix X for WCS
C2VAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of ref pix Y for WCS
C2ELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel X
C2ELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel Y
C2YPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system
C2YPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system
C2NIT1  = 'degree  '           / Units used in both C2VAl1 and C2ELT1
C2NIT2  = 'degree  '           / Units used in both C2VAL2 and C2ELT2
C3PIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X for Ordinary light
C3PIX2  =              +1124.0 / Reference pixel in Y for Ordinary light
C3VAL1  =        +0.275108E+03 / Physical value of ref pix X for Ordinary light
C3VAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of ref. pix Y for Ordinary light
C3ELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector X for Ordinary
C3ELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector Y for Ordinary
C3YPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system for Ordinary light
C3YPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system for Ordinary light
C3NIT1  = 'degree  '           / Units in both C3VAl1 and C3ELT1 for Ordinary
C3NIT2  = 'degree  '           / Units in both C3VAL2 and C3ELT2 for Ordinary
C4PIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X for Extraordinary light
C4PIX2  =               +924.0 / Reference pixel in Y for Extraordinary light
C4VAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of ref. pix Y for Extraordinary
C4ELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector X for E-light
C4ELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector Y for E-light
C4YPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system for Extraordinary light
```

```
C4YPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system for Extraordinary light
C4NIT1  = 'degree  '           / Units in both C4VAl1 and C4ELT1 for E-light
C4NIT2  = 'degree  '           / Units in both C4VAL2 and C4ELT2 for E-light
BSCALE  =                   1.0 / Real=fits_value*BSCALE+BZERO
BZERO   =               32768.0 / Real=fits_value*BSCALE+BZERO
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel values
BLANK   =                -32768 / Value used for NULL pixels
DATE-OBS= '1998-05-06'         / Observation start date (yyyy-mm-dd)
UT      = '12:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS typical UTC at exposure
UT-STR  = '12:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS UTC at exposure start
UT-END  = '13:04:56.78'        / HH:MM:SS.SS UTC at exposure end
HST     = '02:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS typical HST at exposure
HST-STR = '02:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS HST at exposure start
HST-END = '03:04:56.78'        / HH:MM:SS.SS HST at exposure end
LST     = '23:53:10.67'        / HH:MM:SS.SS typical LST at exposure
LST-STR = '23:53:10.67'        / HH:MM:SS.SS LST at exposure start
LST-END = '24:23:20.63'        / HH:MM:SS.SS LST at exposure end
MJD     =       50396.52420000 / Modified Julian Day at typical time
MJD-STR =       50396.52420000 / Modified Julian Day at exposure start
MJD-END =       50396.54500000 / Modified Julian Day at exposure end
EXPTIME =              1800.00 / Total integration time (sec)
OBJECT  = 'M17     '           / Target Description
RA      = '18:20:26.010'       / RA of telescope pointing (HH:MM:SS.SSS)
RA2000  = '18:20:26.010'       / RA (J2000) pointing (HH:MM:SS.SSS)
DEC     = '-16:12:07.1'        / DEC of telescope pointing (+/-DD:MM:SS.SS)
DEC2000 = '-16:12:07.1'        / DEC (J2000) pointing (+/-DD:MM:SS.SS)
EQUINOX =               2000.0 / Standard FK5 (years)
AZIMUTH =           -16.625000 / Azimuth angle of telescope pointing (degree), S
ALTITUDE=            36.47000 / Altitude angle of telescope pointing (degree)
TELFOCAS= 'CASSEGRAIN'         / Focus where a beam is reachable
FOC-POS = 'CASSEGRAIN'         / Focus where the instrument is attached
FOC-VAL =               +2.513 / Encoder value of the focus unit
F-RATIO =                 12.2 / F-ratio of each telescope-focus.
ADC-TYPE= 'RED     '           / ADC name if used
ADC     =              +21.123 / ADC PA during exposure (degree)
ADC-STR =              +19.059 / ADC PA at exposure start (degree)
ADC-END =              +25.897 / ADC PA at exposure end (degree)
WAVELEN =               600.00 / Typical wavelength on detector (nm)
RETPLAT1= '1/2     '           / Identifier of the Retarder Plate
RET-ANG =              45.0000 / Position Angle of the Retarder Plate
FILTER01= 'NONE    '           / Filter name/ID
FILTER02= 'NONE    '           / Filter name/ID
FILTER03= 'NONE    '           / Filter name/ID
FLT-A01 =                 5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
FLT-A02 =                 5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
FLT-A03 =                 5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
AIRMASS =                 1.24 / Averaged Air Mass
AIRM-STR=                 1.21 / Air Mass at exposure start
AIRM-END=                 1.28 / Air Mass at exposure end
ZD      =                36.47 / Zenith Distance at typical time (degree)
ZD-STR  =                34.28 / Zenith Distance at exposure start (degree)
ZD-END  =                38.63 / Zenith Distance at exposure end (degree)
SECZ    =                1.243 / SEC(Zenith Distance) at typical time
SECZ-STR=                1.210 / SEC(ZD) at exposure start
SECZ-END=                1.280 / SEC(ZD) at exposure end
DAQ-VER = 'DAQ-1.0.3'          / Version of the DAQ-soft
INS-VER = 'FCS-1.2-1.0'        / Version of the instrument/control-soft
DETECTOR= 'MIT_001 '           / Name of the detector/CCD
DET-ID  =                   1 / ID of the detector used for this data
DET-A01 =                0.000 / Relative angle of the nn-th detector (degree)
DET-P101=               -103.5 / Relative X-Position of nn-th detector (nm)
DET-P201=                 12.5 / Relative Y-Position of nn-th detector (nm)
DET-TMP =               132.50 / Detector temperature (K)
DET-TMED=               132.50 / Median of the detector temperature (K)
DET-TMIN=               132.40 / Minimun temperature of the detector (K)
DET-TMAX=               132.55 / Maximun temperature of the detector (K)
GAIN    =                 1.26 / AD conversion factor (electron/ADU)
EFP-MIN1=                   10 / Start X position of effective data region
EFP-MIN2=                   10 / Start Y position of effective data region
EFP-RNG1=                 4046 / X range of effective data region
EFP-RNG2=                 2028 / Y range of effective data region
PRD-MIN1=                    1 / Start X position of partialy read out
PRD-MIN2=                    1 / Start Y position of partialy read out
PRD-RNG1=                 4096 / X range of the partialy read out
PRD-RNG2=                 2048 / Y range of the partialy read out
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of X axis
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of Y axis
WEATHER = 'CLEAR   '           / Weather condition (selected by observer)
SEEING  =                 0.45 / FWHM of star size at telescope focus (arcsec)
DOM-WND =                 4.61 / Wind speed in the dome (m/sec)
OUT-WND =                 7.79 / Wind speed outside the dome (m/sec)
DOM-TMP =               273.53 / Temperature in the dome (K)
OUT-TMP =               273.72 / Temperature outside the dome (K)
DOM-HUM =                45.00 / Humidity in the dome (%?)
```

```
OUT-HUM =                58.00 / Humidity outside the dome (%?)
SLIT    = 'LONGSLIT'           / Identifier of the entrance slit used
COMMENT ---  Subaru Device Dependent Header Block for FOCAS  ---
F_TMP-A =               275.33 / Temperature of MOS unit (K)
F_TMP-B =               272.45 / Temperature of lens unit (K)
F_TMP-C1=               272.15 / Temperature of collimator beam unit-1 (K)
F_TMP-C2=               272.20 / Temperature of collimator beam unit-2 (K)
F_TMP-C3=               272.10 / Temperature of collimator beam unit-3 (K)
F_TMP-D =               273.29 / Temperature of Camera lens unit (K)
F_TMP-E1=               275.29 / Temperature of VME-1 (K)
F_TMP-E2=               275.30 / Temperature of VME-2 (K)
F_TMP-F1=               275.31 / Temperature of driver-unit A-1 (K)
F_TMP-F2=               275.28 / Temperature of diver-unit A-2 (K)
F_TMP-G1=               275.29 / Temperature of drive-unit B-1 (K)
F_TMP-G2=               275.27 / Temperature of driver-unit B-2 (K)
F_TMP-H1=               275.29 / Temperature of driver-unit C-1 (K)
F_TMP-H2=               275.27 / Temperature of drive-unit C-2 (K)
F_TMP-I1=               275.35 / Temperature of driver-unit D-1 (K)
F_TMP-I2=               275.38 / Temperature of driver-unit D-2 (K)
F_TMP-J1=               275.25 / Temperature of driver-unit E-1 (K)
F_TMP-J2=               275.22 / Temperature of driver-unit E-2 (K)
F_DEWERX=                27.00 / X-position of dewer stage (micron meter)
F_DEWERY=                10.00 / Y-position of dewer stage (micron meter)
F_DEWERZ=               152.94 / Z-position of dewer stage (micron meter)
F_HOLANG=                 -5.2 / angle of mask holder (degree)
F_MSK-ID= 'MSK300151'          / ID of Mask (for all mode)
F_CAD-ID= 'CAD005235'          / ID of CAD data for mask cutting
F_CADREF= 'FSCA00002345'       / ID/name of image/catalog data for mask design
F_SLT-NO=                    3 / total # of slit on mask
F_POSANG=                 0.00 / PA of cross-dispersion axis (degree)
END
```

- FOCAS の Spectroscopy mode

```
         1         2         3         4         5         6         7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix value
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame
NAXIS1  =                 4096 / # of pixels/row
NAXIS2  =                 2048 / # of rows (also # of scan lines)
EXTEND  =                    T / Extension FITS format
OBSERVER= 'Y.Yadoumaru, K.Aoki, T.Ozawa, night-staff and WG' / Name of observer
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID
INSTRUME= 'FOCAS   '           / Name of instrument
FRAMEID = 'FSCA000023471234'   / Image sequential number
EXP-ID  = 'FSCE000011741234'   / ID of the exposure this data was taken
OBS-MOD = 'Spectroscopy'       / Observation Mode
DATA-TYP= 'OBJECT  '           / Type / Characteristics of this data
OBSERVAT= 'NAOJ    '           / Observatory
TELESCOP= 'SUBARU  '           / Telescope name
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in the header. UTC fix.
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system
OBS-ALOC= 'OBSEVING'           / Allocation mode for Instrument
DATASET = 'FOCAS-12345'        / ID of an observation dataset
DISPAXIS=                    1 / Dispersion axis in frame
WCS-ORIG= 'SUBARU toolkit'     / Origin of the WCS value
CRPIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X
CRPIX2  =              +1024.0 / Reference pixel in Y
CRVAL1  =        +0.275108E+03 / Physical value of the reference pixel X
CRVAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of the reference pixel Y
CDELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel X
CDELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel Y
CTYPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAl1 and CDELT1
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2
LONGPOLE=            180.00000 / The North Pole of the standard system
COMMENT
C2PIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X
C2PIX2  =              +1024.0 / Reference pixel in Y
C2VAL1  =        +0.275108E+03 / Physical value of ref pix X for WCS
C2VAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of ref pix Y for WCS
C2ELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel X
C2ELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel Y
C2YPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system
C2YPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system
C2NIT1  = 'degree  '           / Units used in both C2VAl1 and C2ELT1
C2NIT2  = 'degree  '           / Units used in both C2VAL2 and C2ELT2
BSCALE  =                  1.0 / Real=fits_value*BSCALE+BZERO
BZERO   =              32768.0 / Real=fits_value*BSCALE+BZERO
```

```
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel values
BLANK   =                -32768 / Value used for NULL pixels
DATE-OBS= '1998-05-06'          / Observation start date (yyyy-mm-dd)
UT      = '12:34:56.78'         / HH:MM:SS.SS typical UTC at exposure
UT-STR  = '12:34:56.78'         / HH:MM:SS.SS UTC at exposure start
UT-END  = '13:04:56.78'         / HH:MM:SS.SS UTC at exposure end
HST     = '02:34:56.78'         / HH:MM:SS.SS typical HST at exposure
HST-STR = '02:34:56.78'         / HH:MM:SS.SS HST at exposure start
HST-END = '03:04:56.78'         / HH:MM:SS.SS HST at exposure end
LST     = '23:53:10.67'         / HH:MM:SS.SS typical LST at exposure
LST-STR = '23:53:10.67'         / HH:MM:SS.SS LST at exposure start
LST-END = '24:23:20.63'         / HH:MM:SS.SS LST at exposure end
MJD     =       50396.52420000 / Modified Julian Day at typical time
MJD-STR =       50396.52420000 / Modified Julian Day at exposure start
MJD-END =       50396.54500000 / Modified Julian Day at exposure end
EXPTIME =              1800.00 / Total integration time (sec)
OBJECT  = 'M17     '            / Target Description
RA      = '18:20:26.010'        / RA of telescope pointing (HH:MM:SS.SSS)
RA2000  = '18:20:26.010'        / RA (J2000) pointing (HH:MM:SS.SSS)
DEC     = '-16:12:07.1'         / DEC of telescope pointing (+/-DD:MM:SS.SS)
DEC2000 = '-16:12:07.1'         / DEC (J2000) pointing (+/-DD:MM:SS.SS)
EQUINOX =               2000.0 / Standard FK5 (years)
AZIMUTH =           -16.625000 / Azimuth angle of telescope pointing (degree), S
ALTITUDE=            36.47000 / Altitude angle of telescope pointing (degree)
TELFOCAS= 'CASSEGRAIN'          / Focus where a beam is reachable
FOC-POS = 'CASSEGRAIN'          / Focus where the instrument is attached
FOC-VAL =              +2.513 / Encoder value of the focus unit
F-RATIO =                12.2 / F-ratio of each telescope-focus.
ADC-TYPE= 'RED     '            / ADC name if used
ADC     =             +21.123 / ADC PA during exposure (degree)
ADC-STR =             +19.059 / ADC PA at exposure start (degree)
ADC-END =             +25.897 / ADC PA at exposure end (degree)
WAVELEN =              600.00 / Typical wavelength on detector (nm)
WAV-MIN =              468.93 / Shortest wavelength focused on detector (nm)
WAV-MAX =              731.07 / Longest wavelenght focused on detector (nm)
FILTER01= 'NONE    '            / Filter name/ID
FILTER02= 'NONE    '            / Filter name/ID
FILTER03= 'NONE    '            / Filter name/ID
FLT-A01 =                5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
FLT-A02 =                5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
FLT-A03 =                5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
AIRMASS =                1.24 / Averaged Air Mass
AIRM-STR=                1.21 / Air Mass at exposure start
AIRM-END=                1.28 / Air Mass at exposure end
ZD      =               36.47 / Zenith Distance at typical time (degree)
ZD-STR  =               34.28 / Zenith Distance at exposure start (degree)
ZD-END  =               38.63 / Zenith Distance at exposure end (degree)
SECZ    =               1.243 / SEC(Zenith Distance) at typical time
SECZ-STR=               1.210 / SEC(ZD) at exposure start
SECZ-END=               1.280 / SEC(ZD) at exposure end
DAQ-VER = 'DAQ-1.0.3'           / Version of the DAQ-soft
INS-VER = 'FCS-1.2-1.0'         / Version of the instrument/control-soft
DETECTOR= 'MIT_001 '            / Name of the detector/CCD
DET-ID  =                   1 / ID of the detector used for this data
DET-A01 =               0.000 / Relative angle of the nn-th detector (degree)
DET-P101=              -103.5 / Relative X-Position of nn-th detector (nm)
DET-P201=                12.5 / Relative Y-Position of nn-th detector (nm)
DET-TMP =              132.50 / Detector temperature (K)
DET-TMED=              132.50 / Median of the detector temperature (K)
DET-TMIN=              132.40 / Minimun temperature of the detector (K)
DET-TMAX=              132.55 / Maximun temperature of the detector (K)
GAIN    =                1.26 / AD conversion factor (electron/ADU)
EFP-MIN1=                  10 / Start X position of effective data region
EFP-MIN2=                  10 / Start Y position of effective data region
EFP-RNG1=                4046 / X range of effective data region
EFP-RNG2=                2028 / Y range of effective data region
PRD-MIN1=                   1 / Start X position of partialy read out
PRD-MIN2=                   1 / Start Y position of partialy read out
PRD-RNG1=                4096 / X range of the partialy read out
PRD-RNG2=                2048 / Y range of the partialy read out
BIN-FCT1=                   1 / Binning factor of X axis
BIN-FCT2=                   1 / Binning factor of Y axis
WEATHER = 'CLEAR   '            / Weather condition (selected by observer)
SEEING  =                0.45 / FWHM of star size at telescope focus (arcsec)
DOM-WND =                4.61 / Wind speed in the dome (m/sec)
OUT-WND =                7.79 / Wind speed outside the dome (m/sec)
DOM-TMP =              273.53 / Temperature in the dome (K)
OUT-TMP =              273.72 / Temperature outside the dome (K)
DOM-HUM =               45.00 / Humidity in the dome (%?)
OUT-HUM =               58.00 / Humidity outside the dome (%?)
DISPERSR= 'HG600   '            / Identifier of the disperser used
SLIT    = 'LONGSLIT'            / Identifier of the entrance slit used
COMMENT ---  Subaru Device Dependent Header Block for FOCAS  ---
F_TMP-A =              275.33 / Temperature of MOS unit (K)
```

```
F_TMP-B =               272.45 / Temperature of lens unit (K)
F_TMP-C1=               272.15 / Temperature of collimator beam unit-1 (K)
F_TMP-C2=               272.20 / Temperature of collimator beam unit-2 (K)
F_TMP-C3=               272.10 / Temperature of collimator beam unit-3 (K)
F_TMP-D =               273.29 / Temperature of Camera lens unit (K)
F_TMP-E1=               275.29 / Temperature of VME-1 (K)
F_TMP-E2=               275.30 / Temperature of VME-2 (K)
F_TMP-F1=               275.31 / Temperature of driver-unit A-1 (K)
F_TMP-F2=               275.28 / Temperature of diver-unit A-2 (K)
F_TMP-G1=               275.29 / Temperature of drive-unit B-1 (K)
F_TMP-G2=               275.27 / Temperature of driver-unit B-2 (K)
F_TMP-H1=               275.29 / Temperature of driver-unit C-1 (K)
F_TMP-H2=               275.27 / Temperature of drive-unit C-2 (K)
F_TMP-I1=               275.35 / Temperature of driver-unit D-1 (K)
F_TMP-I2=               275.38 / Temperature of driver-unit D-2 (K)
F_TMP-J1=               275.25 / Temperature of driver-unit E-1 (K)
F_TMP-J2=               275.22 / Temperature of driver-unit E-2 (K)
F_DEWERX=                27.00 / X-position of dewer stage (micron meter)
F_DEWERY=                10.00 / Y-position of dewer stage (micron meter)
F_DEWERZ=               152.94 / Z-position of dewer stage (micron meter)
F_HOLANG=                 -5.2 / angle of mask holder (degree)
F_MSK-ID= 'MSK300151'          / ID of Mask (for all mode)
F_CAD-ID= 'CAD005235'          / ID of CAD data for mask cutting
F_CADREF= 'FSCA00002345'       / ID/name of image/catalog data for mask design
F_DISPER=                0.546 / Dispersion of grism (nm / pixel)
F_SLT-NO=                    3 / total # of slit on mask
F_POSANG=                 0.00 / PA of cross-dispersion axis (degree)
END
```

- FOCAS の SpectroPolarimetry mode

```
         1         2         3         4         5         6         7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix value
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame
NAXIS1  =                 4096 / # of pixels/row
NAXIS2  =                 2048 / # of rows (also # of scan lines)
EXTEND  =                    T / Extension FITS format
OBSERVER= 'Y.Yadoumaru, K.Aoki, T.Ozawa, night-staff and WG' / Name of observer
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID
INSTRUME= 'FOCAS    '          / Name of instrument
FRAMEID = 'FSCA000023471234'   / Image sequential number
EXP-ID  = 'FSCE000011741234'   / ID of the exposure this data was taken
OBS-MOD = 'Spectro-Polarimetry' / Observation Mode
DATA-TYP= 'OBJECT   '          / Type / Characteristics of this data
OBSERVAT= 'NAOJ     '          / Observatory
TELESCOP= 'SUBARU   '          / Telescope name
TIMESYS = 'UTC      '          / Time System used in the header. UTC fix.
RADECSYS= 'FK5      '          / The equatorial coordinate system
OBS-ALOC= 'OBSEVING'           / Allocation mode for Instrument
DATASET = 'FOCAS-12345'        / ID of an observation dataset
DISPAXIS=                    1 / Dispersion axis in frame
WCS-ORIG= 'SUBARU toolkit'     / Origin of the WCS value
CRPIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X
CRPIX2  =              +1024.0 / Reference pixel in Y
CRVAL1  =        +0.275108E+03 / Physical value of the reference pixel X
CRVAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of the reference pixel Y
CDELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel X
CDELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel Y
CTYPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system
CUNIT1  = 'degree   '          / Units used in both CRVAl1 and CDELT1
CUNIT2  = 'degree   '          / Units used in both CRVAL2 and CDELT2
LONGPOLE=            180.00000 / The North Pole of the standard system
COMMENT
C2PIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X
C2PIX2  =              +1024.0 / Reference pixel in Y
C2VAL1  =        +0.275108E+03 / Physical value of ref pix X for WCS
C2VAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of ref pix Y for WCS
C2ELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel X
C2ELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector pixel Y
C2YPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system
C2YPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system
C2NIT1  = 'degree   '          / Units used in both C2VAl1 and C2ELT1
C2NIT2  = 'degree   '          / Units used in both C2VAL2 and C2ELT2
C3PIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X for Ordinary light
C3PIX2  =              +1124.0 / Reference pixel in Y for Ordinary light
C3VAL1  =        +0.275108E+03 / Physical value of ref pix X for Ordinary light
C3VAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of ref. pix Y for Ordinary light
C3ELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector X for Ordinary
```

```
C3ELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector Y for Ordinary
C3YPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system for Ordinary light
C3YPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system for Ordinary light
C3NIT1  = 'degree  '           / Units in both C3VAl1 and C3ELT1 for Ordinary
C3NIT2  = 'degree  '           / Units in both C3VAL2 and C3ELT2 for Ordinary
C4PIX1  =              +2048.0 / Reference pixel in X for Extraordinary light
C4PIX2  =               +924.0 / Reference pixel in Y for Extraordinary light
C4VAL2  =        -0.161769E+02 / Physical value of ref. pix Y for Extraordinary
C4ELT1  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector X for E-light
C4ELT2  =        +0.277778E-04 / Size projected into a detector Y for E-light
C4YPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system for Extraordinary light
C4YPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system for Extraordinary light
C4NIT1  = 'degree  '           / Units in both C4VAl1 and C4ELT1 for E-light
C4NIT2  = 'degree  '           / Units in both C4VAL2 and C4ELT2 for E-light
BSCALE  =                  1.0 / Real=fits_value*BSCALE+BZERO
BZERO   =              32768.0 / Real=fits_value*BSCALE+BZERO
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel values
BLANK   =                -32768 / Value used for NULL pixels
DATE-OBS= '1998-05-06'         / Observation start date (yyyy-mm-dd)
UT      = '12:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS typical UTC at exposure
UT-STR  = '12:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS UTC at exposure start
UT-END  = '13:04:56.78'        / HH:MM:SS.SS UTC at exposure end
HST     = '02:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS typical HST at exposure
HST-STR = '02:34:56.78'        / HH:MM:SS.SS HST at exposure start
HST-END = '03:04:56.78'        / HH:MM:SS.SS HST at exposure end
LST     = '23:53:10.67'        / HH:MM:SS.SS typical LST at exposure
LST-STR = '23:53:10.67'        / HH:MM:SS.SS LST at exposure start
LST-END = '24:23:20.63'        / HH:MM:SS.SS LST at exposure end
MJD     =       50396.52420000 / Modified Julian Day at typical time
MJD-STR =       50396.52420000 / Modified Julian Day at exposure start
MJD-END =       50396.54500000 / Modified Julian Day at exposure end
EXPTIME =              1800.00 / Total integration time (sec)
OBJECT  = 'M17     '           / Target Description
RA      = '18:20:26.010'       / RA of telescope pointing (HH:MM:SS.SSS)
RA2000  = '18:20:26.010'       / RA (J2000) pointing (HH:MM:SS.SSS)
DEC     = '-16:12:07.1'        / DEC of telescope pointing (+/-DD:MM:SS.SS)
DEC2000 = '-16:12:07.1'        / DEC (J2000) pointing (+/-DD:MM:SS.SS)
EQUINOX =               2000.0 / Standard FK5 (years)
AZIMUTH =           -16.625000 / Azimuth angle of telescope pointing (degree), S
ALTITUDE=             36.47000 / Altitude angle of telescope pointing (degree)
TELFOCAS= 'CASSEGRAIN'         / Focus where a beam is reachable
FOC-POS = 'CASSEGRAIN'         / Focus where the instrument is attached
FOC-VAL =                +2.513 / Encoder value of the focus unit
F-RATIO =                  12.2 / F-ratio of each telescope-focus.
ADC-TYPE= 'RED     '           / ADC name if used
ADC     =              +21.123 / ADC PA during exposure (degree)
ADC-STR =              +19.059 / ADC PA at exposure start (degree)
ADC-END =              +25.897 / ADC PA at exposure end (degree)
WAVELEN =               600.00 / Typical wavelength on detector (nm)
WAV-MIN =               468.93 / Shortest wavelength focused on detector (nm)
WAV-MAX =               731.07 / Longest wavelenght focused on detector (nm)
RETPLAT1= '1/2     '           / Identifier of the Retarder Plate
RET-ANG =              45.0000 / Position Angle of the Retarder Plate
FILTER01= 'NONE    '           / Filter name/ID
FILTER02= 'NONE    '           / Filter name/ID
FILTER03= 'NONE    '           / Filter name/ID
FLT-A01 =                 5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
FLT-A02 =                 5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
FLT-A03 =                 5.00 / Inclination of n-th Filter (degree)
AIRMASS =                 1.24 / Averaged Air Mass
AIRM-STR=                 1.21 / Air Mass at exposure start
AIRM-END=                 1.28 / Air Mass at exposure end
ZD      =                36.47 / Zenith Distance at typical time (degree)
ZD-STR  =                34.28 / Zenith Distance at exposure start (degree)
ZD-END  =                38.63 / Zenith Distance at exposure end (degree)
SECZ    =                1.243 / SEC(Zenith Distance) at typical time
SECZ-STR=                1.210 / SEC(ZD) at exposure start
SECZ-END=                1.280 / SEC(ZD) at exposure end
DAQ-VER = 'DAQ-1.0.3'          / Version of the DAQ-soft
INS-VER = 'FCS-1.2-1.0'        / Version of the instrument/control-soft
DETECTOR= 'MIT_001 '           / Name of the detector/CCD
DET-ID  =                    1 / ID of the detector used for this data
DET-A01 =                0.000 / Relative angle of the nn-th detector (degree)
DET-P101=               -103.5 / Relative X-Position of nn-th detector (nm)
DET-P201=                 12.5 / Relative Y-Position of nn-th detector (nm)
DET-TMP =               132.50 / Detector temperature (K)
DET-TMED=               132.50 / Median of the detector temperature (K)
DET-TMIN=               132.40 / Minimun temperature of the detector (K)
DET-TMAX=               132.55 / Maximun temperature of the detector (K)
GAIN    =                 1.26 / AD conversion factor (electron/ADU)
EFP-MIN1=                   10 / Start X position of effective data region
EFP-MIN2=                   10 / Start Y position of effective data region
EFP-RNG1=                 4046 / X range of effective data region
EFP-RNG2=                 2028 / Y range of effective data region
```

```
PRD-MIN1=                    1 / Start X position of partialy read out
PRD-MIN2=                    1 / Start Y position of partialy read out
PRD-RNG1=                 4096 / X range of the partialy read out
PRD-RNG2=                 2048 / Y range of the partialy read out
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of X axis
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of Y axis
WEATHER = 'CLEAR   '           / Weather condition (selected by observer)
SEEING  =                 0.45 / FWHM of star size at telescope focus (arcsec)
DOM-WND =                 4.61 / Wind speed in the dome (m/sec)
OUT-WND =                 7.79 / Wind speed outside the dome (m/sec)
DOM-TMP =               273.53 / Temperature in the dome (K)
OUT-TMP =               273.72 / Temperature outside the dome (K)
DOM-HUM =                45.00 / Humidity in the dome (%?)
OUT-HUM =                58.00 / Humidity outside the dome (%?)
DISPERSR= 'HG600   '           / Identifier of the disperser used
SLIT    = 'LONGSLIT'           / Identifier of the entrance slit used
COMMENT ---  Subaru Device Dependent Header Block for FOCAS  ---
F_TMP-A =               275.33 / Temperature of MOS unit (K)
F_TMP-B =               272.45 / Temperature of lens unit (K)
F_TMP-C1=               272.15 / Temperature of collimator beam unit-1 (K)
F_TMP-C2=               272.20 / Temperature of collimator beam unit-2 (K)
F_TMP-C3=               272.10 / Temperature of collimator beam unit-3 (K)
F_TMP-D =               273.29 / Temperature of Camera lens unit (K)
F_TMP-E1=               275.29 / Temperature of VME-1 (K)
F_TMP-E2=               275.30 / Temperature of VME-2 (K)
F_TMP-F1=               275.31 / Temperature of driver-unit A-1 (K)
F_TMP-F2=               275.28 / Temperature of diver-unit A-2 (K)
F_TMP-G1=               275.29 / Temperature of drive-unit B-1 (K)
F_TMP-G2=               275.27 / Temperature of driver-unit B-2 (K)
F_TMP-H1=               275.29 / Temperature of driver-unit C-1 (K)
F_TMP-H2=               275.27 / Temperature of drive-unit C-2 (K)
F_TMP-I1=               275.35 / Temperature of driver-unit D-1 (K)
F_TMP-I2=               275.38 / Temperature of driver-unit D-2 (K)
F_TMP-J1=               275.25 / Temperature of driver-unit E-1 (K)
F_TMP-J2=               275.22 / Temperature of driver-unit E-2 (K)
F_DEWERX=                27.00 / X-position of dewer stage (micron meter)
F_DEWERY=                10.00 / Y-position of dewer stage (micron meter)
F_DEWERZ=               152.94 / Z-position of dewer stage (micron meter)
F_HOLANG=                 -5.2 / angle of mask holder (degree)
F_MSK-ID= 'MSK300151'          / ID of Mask (for all mode)
F_CAD-ID= 'CAD005235'          / ID of CAD data for mask cutting
F_CADREF= 'FSCA00002345'       / ID/name of image/catalog data for mask design
F_DISPER=                0.546 / Dispersion of grism (nm / pixel)
F_SLT-NO=                    3 / total # of slit on mask
F_POSANG=                 0.00 / PA of cross-dispersion axis (degree)
END
```

- FOCAS の ASCII Table Extension sample header とデータ (Imaging and Spectroscopy mode)

```
        1         2         3         4         5         6         7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
XTENSION= 'TABLE   '           / Table extension
BITPIX  =                    8 / # of bits storing pix value
NAXIS   =                    2 / simple 2-D matrix
NAXIS1  =                  107 / # of characters per row
NAXIS2  =                    3 / # of rows
PCOUNT  =                    0 / No "random" parameters
GCOUNT  =                    1 / Only one group
TFIELDS =                   11 / # of fields in one row
EXTNAME = '        '           / Name of this table
TTYPE1  = 'SLT-ID  '           / Slit ID of mask design in CAD data
TBCOL1  =                    1 / start column of this field (= 1)
TFORM1  = 'I4      '           / integer
TTYPE2  = 'SLTCPIX1'           / X-position of slit center
TBCOL2  =                    6 / start column of this field (= 6)
TFORM2  = 'F7.2    '           / float
TUNIT2  = 'pixel   '           / unit of 2nd column
TTYPE3  = 'SLTCPIX2'           / Y-position of slit center
TBCOL3  =                   14 / start column of this field (= 14)
TFORM3  = 'F7.2    '           / float
TUNIT3  = 'pixel   '           / unit of 3rd column
TTYPE4  = 'SLTC-RA '           / RA of slit center
TBCOL4  =                   22 / start column of this field (= 22)
TFORM4  = 'A12     '           / character (format is HH:MM:SS.SSS)
TTYPE5  = 'SLTC-DEC'           / DEC of slit center
TBCOL5  =                   35 / start column of this field (= 35)
TFORM5  = 'A12     '           / character (format is +/-DD:MM:SS.SS)
TTYPE6  = 'SLT-LEN '           / Slit length (Semi-major-axis for ELLIPSE)
TBCOL6  =                   48 / start column of this field (= 48)
```

```
TFORM6  = 'F5.1    '           / float
TUNIT6  = 'arcsec  '           / unit of 6th column
TTYPE7  = 'SLT-WID '           / Slit width (Semi-minor-axis for ELLIPSE)
TBCOL7  =                   54 / start column of this field (= 54)
TFORM7  = 'F5.1    '           / float
TUNIT7  = 'arcsec  '           / unit of 7th column
TTYPE8  = 'SLT-PA  '           / Position angle of slit
TBCOL8  =                   60 / start column of this field (= 60)
TFORM8  = 'F5.1    '           / float
TUNIT8  = 'degree  '           / unit of 8th column
TTYPE9  = 'SLT-SHP '           / Shape of cutting slit
TBCOL9  =                   66 / start column of this field (= 66)
TFORM9  = 'A9      '           / character (ELLIPSE, RECTANGLE)
TTYPE10 = 'SLT-OPEN'           / Cutting shape is open or not, open is T(rue).
TBCOL10 =                   76 / start column of this field (= 76)
TFORM10 = 'A1      '           / logical (T or F)
TTYPE11 = 'OBJECT  '           / Name of observed
TBCOL11 =                   78 / start column of this field (= 78)
TFORM11 = 'A30     '           / character
TNULL11 = '                             '/ null data for this column
END

         1         2         3         4         5         6         7         8         9
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------
   1  102.10  110.79 12:35:39.940 +42:05:30.82  13.8   0.2   0.0 RECTANGLE T
  52 1053.05 2090.23 12:35:44.555 +42:08:09.56 150.0   0.2   0.0 RECTANGLE T FOCAS123545+4208
1894 3179.93 3565.33 12:35:59.109 +42:11:12.74  18.0   0.2   0.0 RECTANGLE T
```

- FOCAS の ASCII Table Extension sample header とデータ (ImagingPolarimetry and SpectroPolarimetry mode)

```
         1         2         3         4         5         6         7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
XTENSION= 'TABLE   '           / Table extension
BITPIX  =                    8 / # of bits storing pix value
NAXIS   =                    2 / simple 2-D matrix
NAXIS1  =                  139 / # of characters per row
NAXIS2  =                    3 / # of rows
PCOUNT  =                    0 / No "random" parameters
GCOUNT  =                    1 / Only one group
TFIELDS =                   15 / # of fields in one row
EXTNAME = '        '           / Name of this table
TTYPE1  = 'SLT-ID  '           / Slit ID of mask design in CAD file
TBCOL1  =                    1 / start column of this field (= 1)
TFORM1  = 'I4      '           / integer
TTYPE2  = 'SLTCPIX1'           / X-position of slit center
TBCOL2  =                    6 / start column of this field (= 6)
TFORM2  = 'F7.2    '           / float
TUNIT2  = 'pixel   '           / unit of 2nd column
TTYPE3  = 'SLTCPIX2'           / Y-position of slit center
TBCOL3  =                   14 / start column of this field (= 14)
TFORM3  = 'F7.2    '           / float
TUNIT3  = 'pixel   '           / unit of 3rd column
TTYPE4  = 'SL2CPIX1'           / X-position of Ordinary-ray slit center
TBCOL4  =                   22 / start column of this field (= 22)
TFORM4  = 'F7.2    '           / float
TUNIT4  = 'pixel   '           / unit of 4th column
TTYPE5  = 'SL2CPIX2'           / Y-position of Ordinary-ray slit center
TBCOL5  =                   30 / start column of this field (= 30)
TFORM5  = 'F7.2    '           / float
TUNIT5  = 'pixel   '           / unit of 5th column
TTYPE6  = 'SL3CPIX1'           / X-position of Extraordinary-ray slit center
TBCOL6  =                   38 / start column of this field (= 38)
TFORM6  = 'F7.2    '           / float
TUNIT6  = 'pixel   '           / unit of 6th column
TTYPE7  = 'SL3CPIX2'           / Y-position of Extraordinary-ray slit center
TBCOL7  =                   46 / start column of this field (= 46)
TFORM7  = 'F7.2    '           / float
TUNIT7  = 'pixel   '           / unit of 7th column
TTYPE8  = 'SLTC-RA '           / RA of slit center
TBCOL8  =                   54 / start column of this field (= 54)
TFORM8  = 'A12     '           / character (format is HH:MM:SS.SSS)
TTYPE9  = 'SLTC-DEC'           / DEC of slit center
TBCOL9  =                   67 / start column of this field (= 67)
TFORM9  = 'A12     '           / character (format is +/-DD:MM:SS.SS)
TTYPE10 = 'SLT-LEN '           / Slit length (Semi-major-axis for ELLIPSE)
TBCOL10 =                   80 / start column of this field (= 80)
TFORM10 = 'F5.1    '           / float
```

```
TUNIT10 = 'arcsec  '           / unit of 10th column
TTYPE11 = 'SLT-WID '           / Slit width (Semi-minor-axis for ELLIPSE)
TBCOL11 =                   86 / start column of this field (= 86)
TFORM11 = 'F5.1    '           / float
TUNIT11 = 'arcsec  '           / unit of 11th column
TTYPE12 = 'SLT-PA  '           / Position angle of slit
TBCOL12 =                   92 / start column of this field (= 92)
TFORM12 = 'F5.1    '           / float
TUNIT12 = 'degree  '           / unit of 12th column
TTYPE13 = 'SLT-SHP '           / Shape of slit
TBCOL13 =                   98 / start column of this field (= 98)
TFORM13 = 'A9      '           / character (eclipse, rectangle)
TTYPE14 = 'SLT-OPEN'           / Cutting shape is open or not, open is T(rue)
TBCOL14 =                  108 / start column of this field (= 108)
TFORM14 = 'A1      '           / logical (T or F)
TTYPE15 = 'OBJECT  '           / Name of observed
TBCOL15 =                  110 / start column of this field (= 110)
TFORM15 = 'A30     '           / character
TNULL15 = '                               '/ null data for this column
END

        1         2         3         4         5         6         7         8         9         0         1         2
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
   1  102.10  110.79  102.10   10.99  102.10  210.49 12:35:39.940 +42:05:30.8213.8   0.2   0.0 RECTANGLE T
  52 1053.05 2090.23 1053.05 1990.43 1053.05 2189.93 12:35:44.555 +42:08:09.5620.0   0.2   0.0 RECTANGLE T FOCAS123545+4208
1893 3179.93 3565.33 3179.93 3465.53 3179.93 3665.03 12:35:59.109 +42:11:12.7418.0   0.2   0.0 RECTANGLE T
```

6.5.4 HDS(1998/08/19)

```
         1         2         3         4         5         6         7         8         9
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
--------------------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                   16 / Number of bits for each pixel
NAXIS   =                    2 / Number of axes in frame                          i1
NAXIS1  =                 4096 / Number of pixels per row                         i5
NAXIS2  =                 2048 / Number of rows                                   i5
EXTEND  =                    T / There is a standard extension 1 (ASCII table)
BSCALE  =              1.00000 / Real = (fits pixel value)*BSCALE+BZERO
BZERO   =           1355.00000 / Real = (fits pixel value)*BSCALE+BZERO
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel value
BLANK   =                    0 / Value used for NULL pixels
DISPAXIS=                    1 / Main dispersion axis in frame
CTYPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system                         a16
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                         a16
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAl1 and CDELT1            a10
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2            a10
CRPIX1  =               2048.0 / Reference pixel in axis1                        f6.1
CRVAL1  =            190.00000 / Physical value of the reference pixel           f13.8
CDELT1  =             0.000200 / Size projected into a detector pixel in axis1   f13.8
CRPIX2  =               1024.0 / Reference pixel in axis2                        f6.1
CRVAL2  =             45.00000 / Physical value of the reference pixel           f13.8
CDELT2  =             0.000200 / Size projected into a detector pixel in axis2   f13.8
PROJP1  =                  0.0 /                                                 f5.1
PROJP2  =                  0.0 /                                                 f5.1
LONGPOLE=                180.0 / The North Pole of the standard system           f6.1
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            f12.8
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            f12.8
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            f12.8
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            f12.8
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor in axis1                        i2
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor in axis2                        i2
N2XIS   =                    2 / Number of axes for the slit projection         i1
N2XIS1  =                 4096 / Number of pixels per row for slit spectroscopy i5
N2XIS2  =                 2048 / Number of scan lines for slit projection       i5
C2YPE1  = 'WAVELENGTH'         / (nm)                                            a16
C2PIX1  =               2048.0 / Reference pixel in X                            f6.1
C2VAL1  =               344.53 / Physical value of ref pix X for WCS             f13.8
C2ELT1  =              0.00117 / Size projected into a detector pixel X          f13.8
C2NIT1  = 'nm      '           / for C2VAL1 and C2ELT1                           a10
C2YPE2  = 'DEC--TAN'           /                                                 a16
C2PIX2  =               1024.0 / Reference pixel in Y                            f6.1
C2VAL2  =             45.00000 / Physical value of ref pix Y for WCS             f13.8
C2ELT2  =             0.000200 / Size projected into a detector pixel Y          f13.8
C2NIT2  = 'degree  '           / for C2VAL2 and C2ELT2                           a10
P2OJP1  =                  0.0 /                                                 f5.1
P2OJP2  =                  0.0 /                                                 f5.1
P2001001=           1.00000000 /                                                 f12.8
P2001002=           0.00000000 /                                                 f12.8
P2002001=           0.00000000 /                                                 f12.8
P2002002=           1.00000000 /                                                 f12.8
```

```
PRD-MIN1=                    1 / Start X position of partialy read out              i4
PRD-MIN2=                    1 / Start Y position of partialy read out              i4
PRD-RNG1=                 4096 / X range of the partialy read out                   i4
PRD-RNG2=                 2048 / Y range of the partialy read out                   i4
EFP-MIN1=                    1 /                                                    i4
EFP-RNG1=                 4096 /                                                    i4
EFP-MIN2=                    1 /                                                    i4
EFP-RNG2=                 2048 /                                                    i4
OBJECT  = 'Q1245+4542'         /  Target Description                                a30
DATA-TYP= 'OBJECT  '           /                                                    a15
RA      = '12:45:42.700'       / RA of the tracked pos. on the slit guide pos.      a12
DEC     = '+45:42:30.00'       / Dec of the tracked pos. on the slit guide pos.     a12
RADECSYS= 'FK5     '           /
EQUINOX =               2000.0 /                                                    f6.1
RA2000  = '12:45:42.700'       /                                                    a12
DEC2000 = '+45:42:30.00'       /                                                    a12
PROP-ID = 'P1999-A135.HIZUMIUR'/                                                    a20
OBSERVER= 'H.Izumiura, S.Kawanomoto, W.Aoki' /                                      a30
OBS-MOD = 'MULTIPLE-ORDER'     / SINGLE-ORDER, MULTIPLE-ORDER                       a30
DATE-OBS= '2000-03-14'         / Date of observation                                a10
EXPTIME =                1800.0 / Exposure time in second                          f8.1
UT      = '08:22:22.2'         / Universal Time                                     a10
UT-STR  = '08:22:22.2'         /                                                    a10
UT-END  = '10:44:44.4'         /                                                    a10
HST     = '22:22:22.2'         / Hawaii Standard Time                               a10
HST-STR = '22:22:22.2'         /                                                    a10
HST-END = '00:44:44.4'         /                                                    a10
LST     = '11:11:11.1'         / Local SideReal Time                                a10
LST-STR = '11:11:11.1'         /                                                    a10
LST-END = '13:33:50.0'         /                                                    a10
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System
MJD     =        51617.3488681 / Modified Julian Day                                f14.8
MJD-STR =        51617.3488681 /                                                    f14.8
MJD-END =        51617.4477361 /                                                    f14.8
SECZ    =                1.138 /                                                    f6.3
SECZ-STR=                1.130 /                                                    f6.3
SECZ-END=                1.147 /                                                    f6.3
AIRMASS =               1.1388 /                                                    f6.4
AIRM-STR=               1.1300 /                                                    f6.4
AIRM-END=               1.1472 /                                                    f6.4
ALTITUDE=              61.4510 / Altitude of the telescope pointing (degree)        f9.5
ALT-STR =              62.2461 /                                                    f9.5
ALT-END =              60.6553 /                                                    f9.5
AZIMUTH =              78.1000 / Azimuth of the telescope pointing (degree)         f9.5
AZ-STR  =              75.0000 / 0:North, 90:East                                   f9.5
AZ-END  =              80.0000 /                                                    f9.5
OBSERVAT= 'NAOJ    '           /
TELESCOP= 'SUBARU  '           /
OBS-ALOC= '            '
TELFOCUS= 'NASMYTH-OPT'        /
FOC-POS = 'NASMYTH-OPT'        / Focus                                              a12
FOC-VAL =             1234.567 / Focus position of the telescope                    f10.3
FOC-LEN =             104207.0 / Focal length of the telescope (mm)                 f8.1
F-RATIO =                12.71 / F-ratio of incident beam                           f5.2
INSTRUME= 'HDS     '           /
FRAMEID = 'HDS00001001'        / Frame ID number issued by OBS                      a16
EXP-ID  = 'HDS00000501'        / Exposure ID number locally defined                 a16
DISPERSR= 'echelle '           / Identifier of the disperser used
WAVELEN =               344.53 / Center wavelength of the center order (nm)         f7.2
WAV-MAX =               298.71 / Maximum wavelength recorded (nm)                   f7.2
WAV-MIN =               390.02 / Minimum wavelength recorded (nm)                   f7.2
FILTER01= 'CN603   '           / Filter wheel No.1                                  a10
FILTER02= 'R60     '           / Filter wheel No.2                                  a10
SLIT    = 'SHORT'              / Identifier of the entrance slit used (SHORT/LONG)
SLT-WID =                 0.200 / Slit width (mm)                                  f6.3
SLT-LEN =                 3.500 / Slit length (mm)                                 f6.3
SLT-PA  =                 60.25 / Slit position angle (degree)                     f6.2
SLTCPIX1=               2056.04 / Slit center position in axis1 at WAVELEN         f7.2
SLTCPIX2=               1028.70 / Slit center position in axis2 at WAVELEN         f7.2
SLT-PSTR=                  56.2 / Slit position angle at start (degree)            f6.2
SLT-PEND=                  64.3 / Slit position angle at end (degree)              f6.2
SLT-OBJP=                 -0.05 / Object position on the slit (arcsec)             f6.2
DET-ID  =                     1 / ID number of the CCD in the detector unit        i1
DETECTOR= 'SITe    '           / Detector used to take this frame                   a10
DETPXSZ1=                0.0150 / pixel size in axis1 (mm)                         f6.4
DETPXSZ2=                0.0150 / pixel size in axis2 (mm)                         f6.4
DET-A01 =                -8.003 / Rotation angle of the 1st detector (degree)      f7.3
DET-A02 =                -7.998 / Rotation angle of the 2nd detector (degree)      f7.3
GAIN    =                  2.00 / Readout gain                                     f5.2
DET-TMP =                 158.2 / Nominal detector temperature (Kelvin)            f6.2
DET-TAVE=                 158.2 / Average detector temperature (Kelvin)            f6.2
DET-TMAX=                 159.2 / Maximum detector temperature (Kelvin)            f6.2
DET-TMIN=                 157.2 / Minimum detector temperature (Kelvin)            f6.2
DET-TSD =                  0.07 / Detector temperature fluctuation (Kelvin)        f5.3
```

```
WEATHER = 'CLEAR   '           / Weather condition                                      a10
SEEING  =                 0.57 / FWHM of the star observed with Slit Viewer (arcsec)  f6.3
NAS-TAVE=               286.25 / Average Nasmyth encl. temp. (Kelvin)                 f6.2
NAS-TMIN=               287.07 / Minimum Nasmyth encl. temp. (Kelvin)                 f6.2
NAS-TMAX=               285.64 / Maximum Nasmyth encl. temp. (Kelvin)                 f6.2
NAS-TSD =                 0.25 / Fluctuation of Nasmyth encl. temp. (Kelvin)          f5.3
DOM-WND =                  4.2 / Wind speed inside dome (m/s)                         f4.1
DOM-TMP =                276.2 / Atmospheric temperature inside dome (Kelvin)         f6.2
DOM-HUM =                  3.0 / Humidity inside dome (hPa)                           f5.1
OUT-WND =                  5.3 / Wind speed outside dome (m/s)                        f4.1
OUT-TMP =                277.1 / Atmospheric temperature outside dome (Kelvin)        f6.2
OUT-HUM =                  3.0 / Humidity outside dome (hPa)                          f5.1
DOM-PRS =                654.0 / Nominal atmospheric pressure (hPa)                  f6.1
DOM-PSTR=                653.8 / Pressure at start (hPa)                             f6.1
DOM-PEND=                654.2 / Pressure at end (hPa)                               f6.1
IMR-TYPE= 'BLUE    '           /Image Rotator (BLUE, RED, NONE)                      a8
IMGROT  =               153.22 / IMR position during exposure (degree)               f7.2
IMR-STR =               153.22 / IMR position angle at start (degree)                f7.2
IMR-END =               162.91 / IMR position angle at end (degree)                  f7.2
ADC-TYPE= 'BLUE    '           /Atm. Disp. Compensator (BLUE,RED,NONE)               a8
ADC     =               348.99 / ADC position during exposure (degree)
ADC-STR =               348.99 / ADC position angle at start (degree)                f7.2
ADC-END =               361.23 / ADC position angle at end (degree)                  f7.2
DAQ-VER = '1.0.0 '             / Data Aquisition System                              a10
INS-VER = 'HDS-1.00/HDS-1.00'  / hardware/software version                           a20
COMMENT
COMMENT Sample header for HDS revised on 7 July 1998 by W. Aoki
COMMENT Sample header for HDS revised on 6 May 1998 by W. Aoki
COMMENT Sample header for HDS written on 27 November 1997
COMMENT by H.Izumiura, S. Kawanomoto, W. Aoki.
COMMENT
COMMENT   ---------------------------------
COMMENT      HH   HH   DDDDDD     SSSSSS
COMMENT      HH   HH   DD  DDD   SSS    S
COMMENT      HHHHHHH   DD   DD     SSSS
COMMENT      HH   HH   DD  DDD   S    SSS
COMMENT      HH   HH   DDDDDD     SSSSSS
COMMENT   ---------------------------------
COMMENT  Keywords specific to HDS
COMMENT
COMMENT /Calibration Lamp Unit
H_INPOWR=                10.3 / Input power for the flat lamp (Volt)                 f6.2
COMMENT /Image Slicer          /
H_IMSLCR= 'OFF     '           / Image slicer (ON, OFF)                              a8
H_ISTYPE= 'FMOS    '           / Type of the image slicer                            a10
COMMENT /SLIT
H_S-MSK1=                1.499 / Upper mask position from the center (mm)            f6.3
H_S-MSK2=               -1.505 / Lower mask position from the center (mm)            f6.3
H_S-INCL=                31.50 / Slit inclination angle wrt the horizontal plane     f7.2
COMMENT /Detector
H_D-UNIT= '1       '           / ID number of the detector unit                      i1
H_D-OTHR= 'YES     '           / Use of the other CCD in this mosaic                 a10
COMMENT /SHUTTERS
H_SHUTTR= 'OPEN    '           / Entrance shutter (OPEN, CLOSE)                      a10
H_HARTMN= 'ALL-OPEN'           / Hartmann shutter (U-OPEN,L-OPEN,ALL-OPEN,ALL-CLOSE) a10
COMMENT /COLLIMATOR MIRROR
H_COLLIM= 'BLUE    '           / Collimator (BLUE, RED)                              a10
H_CLPSTN=               -10.00 / Collimator position (mm)                           f6.2
H_CLFOCL=              3396.51 / Collimator focal length (mm)                       f10.5
H_CLOFFA=                 5.00 / Collimator offset angle (degree)                   f10.5
COMMENT /ECHELLE GRATING
H_ECHELL= 'RED     '           / Echelle (BLUE, RED, NIR)                            a10
H_ECONST=                31.60 / Ruling pitch (grooves/mm)                          f7.3
H_EBLAZE=                70.30 / Blaze Angle (degree)                               f7.3
H_EEPSRN=                 6.00 / Offset Angle of the Incident Beam (degree)         f7.3
H_EGAMMA=                 0.00 / (degree)                                           f7.3
H_EROTAN=             53.13743 / Echelle Rotation Angle (degree)                    f10.5
COMMENT /CROSS DISPERSER GRATING
H_CROSSD= 'BLUE    '           / Cross Disperser (BLUE, RED, MIRROR, NIR)            a10
H_CCONST=                400.0 / Ruling pitch (grooves/mm)                          f7.3
H_CBLAZE=                 4.76 / Blaze Angle (degree)                               f7.3
H_CEPSRN=                 0.00 / Offset Angle at Blaze Wavelengths (degree)         f7.3
H_CGAMMA=                45.00 / (degree)                                           f7.3
H_CTABAN=             127.4367 / Rotation angle of the turn table (degree)          f10.5
H_CROTAN=              34.1244 / Cross Disperser Rotation Angle (degree)            f10.5
COMMENT /CAMERA
H_CMRFL =               770.85 / Camera focal length (mm)                           f10.5
COMMENT /Detector Focusinig Unit
H_FOCUS =               -1.244 / Focusing unit position (mm)                        f10.5
H_PITCH =               0.0001 / Focusing unit pitching angle (degree)              f9.5
H_YAWING=               0.0001 / Focusing unit yawing angle (degree)                f9.5
H_F-DRV1=               -1.234 / Focusing driver1 position (mm)                     f9.5
H_F-DRV2=               -1.220 / Focusing driver2 position (mm)                     f9.5
H_F-DRV3=               -1.195 / Focusing driver3 position (mm)                     f9.5
```

```
H_DETROT=               -8.000 / Rotation angle of the detector unit (degree)         f9.5
COMMENT /Nasmyth Enclosure Temperature at n-th position
H_ET1AVE=               +13.25 / Average (Kelvin)                                     f6.2
H_ET1MIN=               +14.07 / Minimum (Kelvin)                                     f6.2
H_ET1MAX=               +12.64 / Maximum (Kelvin)                                     f6.2
H_ET1DEV=                 0.25 / Standard Deviation (Kelvin)                          f5.3
COMMENT /Subaru Adaptive Optics
H_AO-TYP= 'Tip-Tilt'           / Type of correction                                   a20
H_AO-ORD=                    0 / Maximum order included                               i3
H_AO-OBJ= 'Nearby bright star' / star used for wavefront correction                   a20
H_AO-RA = '12:45:40.000'       /                                                     a20
H_AO-DEC= '+45:42:20.00'       /                                                     a20
COMMENT /Zero-th order light monitor of the echelle                                   a20
H_ZAXIS1= 'Along Slit'         /                                                     a20
H_ZAXIS2= 'Cross Slit'         /                                                     a20
H_ZA1POS=                254.3 / peak position in axis1 (pixel)                     f7.2
H_ZA2POS=                232.9 / peak position in axis2 (pixel)                     f7.2
H_ZWID1 =                 3.25 / Width in axis1 of the stellar image (pixel)        f7.2
H_ZWID2 =                 5.43 / Width in axis2 of the stellar image (pixel)        f7.2
H_ZDELT =               0.0240 / Pixel size (mm)                                    f6.4
H_ZSCALE=               0.0100 / physical length on the slit plane projected        f8.5
COMMENT                          into one pixel (mm/pixel)                          f6.2
H_ZTMP  =                200.0 / Detector temperature (Kelvin)                      a10
COMMENT /Super Resolution Mode
H_SUPER = 'NONE    '           / Super Resolution Mode (POS1, POS2, NONE)           a10
COMMENT /Auto Guider (offset guider)
H_AG-OBJ= 'Tycho1245+4542'     /                                                     a20
H_AG-ORA= '12:45:42.000'       / RA of the guide object                              a20
H_AG-ODE= '+45:42:26.00'       / Dec of the guide object                             a20
H_AG-RA = '12:45:42.800'       / RA of the tracked pos. on the slit guide pos.       a20
H_AG-DEC= '+45:42:31.00'       / Dec of the tracked pos. on the slit guide pos.      a20
H_AG-EQN=               2000.0 /                                                     f6.1
COMMENT
COMMENT
END

XTENSION= 'TABLE   '           / Talbe extension
BITPIX  =                    8 / 8-bits per "pixel"
NAXIS   =                    2 / simple 2-D matrix
NAXIS1  =                   72 / No. of characters per row
NAXIS2  =                   45 / The number of rows (= )
PCOUNT  =                    0 / No "random" parameters
GCOUNT  =                    1 / Only one group
TFIELDS =                   12 / There are 12 fields per row
TTYPE1  = 'ORDER   '           / Order number
TBCOL1  =                    1 / starting column
TFORM1  = 'I3      '           / Data format
TTYPE2  = 'X-MIN   '           / X-position of the blue-end of the order (pixel)
TBCOL2  =                    5 /
TFORM2  = 'I4      '           /
TUNIT2  = 'PIXEL   '           /
TTYPE3  = 'Y-MIN   '           / Y-position of the blue-end of the order (pixel)
TBCOL3  =                   10 /
TFORM3  = 'I4      '           /
TUNIT3  = 'PIXEL   '           /
TTYPE4  = 'WL-MIN  '           / Blue-end wavelength of the order (nm)
TBCOL4  =                   15 /
TFORM4  = 'F8.3    '           /
TUNIT4  = 'nanometer'          /
TTYPE5  = 'X-CEN   '           / X-position of the center of the order (pixel)
TBCOL5  =                   24 /
TFORM5  = 'I4      '           /
TUNIT5  = 'PIXEL   '           /
TTYPE6  = 'Y-CEN   '           / Y-position of the center of the order (pixel)
TBCOL6  =                   29 /
TFORM6  = 'I4      '           /
TUNIT6  = 'PIXEL   '           /
TTYPE7  = 'WL-CEN  '           / Center wavelength of the order (nm)
TBCOL7  =                   34 /
TFORM7  = 'F8.3    '           /
TUNIT7  = 'nanometer'          /
TTYPE8  = 'X-MAX   '           / X-position of the red-end of the order (pixel)
TBCOL8  =                   43 /
TFORM8  = 'I4      '           /
TUNIT8  = 'PIXEL   '           /
TTYPE9  = 'Y-MAX   '           / Y-position of the blue-end of the order (pixel)
TBCOL9  =                   48 /
TFORM9  = 'I4      '           /
TUNIT9  = 'PIXEL   '           /
TTYPE10 = 'WL-MAX  '           / Red-end wavelength of the order (nm)
TBCOL10 =                   53 /
TFORM10 = 'F8.3    '           /
TUNIT10 = 'nanometer'          /
TTYPE11 = 'SLIT INCLINATION'   / Slit inclination wrt the main dispersion direc.
```

```
TBCOL11 =                   62 /
TFORM11 = 'F5.5    '           /
TUNIT11 = 'degree  '           /
TTYPE12 = 'DISPERSION'         / Nominal dispersion at the center of the order
TBCOL12 =                   68 /
TFORM12 = 'F5.3    '           /
TUNIT12 = 'nm/pixel'           /
END

197    1    5  298.714 2048   52  300.812 4096   98  302.910 0.000 0.003
196    1   39  300.238 2048   86  302.347 4096  133  304.456 0.000 0.003
195    1   73  301.778 2048  120  303.897 4096  167  306.017 0.000 0.003
194    1  108  303.333 2048  155  305.464 4096  202  307.595 0.000 0.003
193    1  143  304.905 2048  190  307.047 4096  238  309.188 0.000 0.003
192    1  178  306.493 2048  226  308.646 4096  274  310.799 0.000 0.003
191    1  214  308.098 2048  262  310.262 4096  310  312.426 0.000 0.003
190    1  250  309.719 2048  298  311.895 4096  346  314.070 0.000 0.003
189    1  286  311.358 2048  335  313.545 4096  383  315.732 0.000 0.003
188    1  323  313.014 2048  372  315.213 4096  421  317.411 0.000 0.003
187    1  360  314.688 2048  409  316.898 4096  458  319.109 0.000 0.003
186    1  398  316.380 2048  447  318.602 4096  496  320.824 0.000 0.003
185    1  436  318.090 2048  485  320.324 4096  535  322.559 0.000 0.003
184    1  474  319.819 2048  524  322.065 4096  574  324.312 0.000 0.003
183    1  513  321.566 2048  563  323.825 4096  613  326.084 0.000 0.003
182    1  552  323.333 2048  603  325.604 4096  653  327.875 0.000 0.003
181    1  592  325.120 2048  643  327.403 4096  693  329.687 0.000 0.003
180    1  632  326.926 2048  683  329.222 4096  734  331.519 0.000 0.003
179    1  673  328.752 2048  724  331.061 4096  775  333.371 0.000 0.003
178    1  714  330.599 2048  765  332.921 4096  817  335.243 0.000 0.003
177    1  755  332.467 2048  807  334.802 4096  859  337.137 0.000 0.003
176    1  797  334.356 2048  849  336.705 4096  902  339.053 0.000 0.003
175    1  840  336.267 2048  892  338.629 4096  945  340.991 0.000 0.003
174    1  883  338.199 2048  935  340.575 4096  988  342.950 0.000 0.003
173    1  926  340.154 2048  979  342.543 4096 1032  344.933 0.000 0.003
172    1  970  342.132 2048 1024  344.535 4096 1077  346.938 0.000 0.003
171    1 1015  344.133 2048 1068  346.550 4096 1122  348.967 0.000 0.003
170    1 1060  346.157 2048 1114  348.588 4096 1168  351.020 0.000 0.003
169    1 1105  348.205 2048 1159  350.651 4096 1214  353.097 0.000 0.004
168    1 1151  350.278 2048 1206  352.738 4096 1261  355.198 0.000 0.004
167    1 1198  352.375 2048 1253  354.850 4096 1308  357.325 0.000 0.004
166    1 1245  354.498 2048 1300  356.988 4096 1356  359.478 0.000 0.004
165    1 1293  356.646 2048 1348  359.152 4096 1404  361.657 0.000 0.004
164    1 1341  358.821 2048 1397  361.341 4096 1453  363.862 0.000 0.004
163    1 1390  361.022 2048 1446  363.558 4096 1503  366.094 0.000 0.004
162    1 1439  363.251 2048 1496  365.802 4096 1553  368.354 0.000 0.004
161    1 1490  365.507 2048 1547  368.075 4096 1604  370.642 0.000 0.004
160    1 1540  367.792 2048 1598  370.375 4096 1655  372.958 0.000 0.004
159    1 1592  370.105 2048 1650  372.704 4096 1707  375.304 0.000 0.004
158    1 1644  372.447 2048 1702  375.063 4096 1760  377.679 0.000 0.004
157    1 1697  374.820 2048 1755  377.452 4096 1814  380.085 0.000 0.004
156    1 1750  377.222 2048 1809  379.872 4096 1868  382.521 0.000 0.004
155    1 1804  379.656 2048 1863  382.323 4096 1923  384.989 0.000 0.004
154    1 1859  382.121 2048 1919  384.805 4096 1978  387.489 0.000 0.004
153    1 1914  384.619 2048 1974  387.320 4096 2035  390.022 0.000 0.004
```

6.5.5 CISCO/OHS (1998/07/16)

- CISCO の Imaging mode

```
         1         2         3         4         5         6         7         8         9
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / SIMPLE must be 'T' for confirming FITS         %1s     固定
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix values                   %2d     固定
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame                             %1d     固定
NAXIS1  =                 1024 / # of pixels/row                                %5d     固定
NAXIS2  =                 1024 / # of rows (also # of scan lines)               %5d     固定
DISPAXIS=                    2 / # of axis describing dispersion direction      %1s
                                 grism 分光時以外は 2 で固定
OBSERVER= 'Iwamuro et al.'     / Name of observer                               %30s
                                 Messia 立ち上げ時設定
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID                                    %20s    toolkit
FRAMEID = 'OHSA00002347'       / Image sequential number                        %16s    toolkit
EXP-ID  = 'OHSA00002347'       / ID of the exposure this data was taken         %16s
                                 FRAME-ID と同じ？
OBS-MOD = 'imaging '           / Observation Mode                               %30s
                                 grism/prism の有無で判断 (prism の場合 slitless-spectroscopy)
DATA-TYP= 'OBJECT  '           / Type / Characteristics of  this data           %10s
                                 OBJECT と同時入力
```

```
RA      = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA pointing                       %12s
                                 RA2000 と同じ
DEC     = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC pointing                    %12s
                                 DEC2000 と同じ
EQUINOX =               2000.0 / Standard FK5 (years)                           %6.1f   固定
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system               %8s     固定
RA2000  = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing               %12s    toolkit
DEC2000 = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing            %12s    toolkit
CRPIX1  =                512.0 / Reference pixel in X                           %6.1f   固定
CRPIX2  =                512.0 / Reference pixel in Y                           %6.1f   固定
CRVAL1  =         275.10837500 / Physical value of the reference pixel X        %13.8f  toolkit
CRVAL2  =         -16.17306000 / Physical value of the reference pixel Y        %13.8f  toolkit
CDELT1  =           0.00003194 / Size projected into a detector pixel X         %13.8f  固定
CDELT2  =           0.00003194 / Size projected into a detector pixel Y         %13.8f  固定
CTYPE1  = 'RA--TAN '           / Pixel coordinate system                        %16s    固定
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                        %16s    固定
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL1 and CDELT1           %10s    固定
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2           %10s    固定
PROJP1  =                  0.0 / Projection Type of the first axis              %5.1f   固定
PROJP2  =                  0.0 / Projection Type of the second axis             %5.1f   固定
LONGPOLE=                180.0 / The North Pole of the standard system          %6.1f   固定
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
C2PIX1  =                512.0 / Reference pixel in X                           %6.1f   固定
C2PIX2  =                512.0 / Reference pixel in Y                           %6.1f   固定
C2VAL1  =         275.10837500 / Physical value of the reference pixel Y        %13.8f  toolkit
C2VAL2  =        2120.00000000 / Physical value of the reference pixel X        %13.8f
                                 filter によって変更
C2ELT1  =           0.00003194 / Size projected into a detector pixel Y         %13.8f  固定
C2ELT2  =          22.00000000 / Size projected into a detector pixel X         %13.8f
                                 filter によって変更
C2YPE1  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                        %16s    固定
C2YPE2  = 'WAVELENGTH'         / Pixel coordinate system                        %16s    固定
C2NIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2           %10s    固定
C2NIT2  = 'nm      '           / Units used in both CRVAL1 and CDELT1           %10s    固定
P2001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
P2001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
P2002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
P2002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
SLIT    = 'NONE    '           / Identifier of the entrance slit used 'NONE' if Prism Sp %10s
                                 slit-x,slit-y の値で判断 (NONE/Longslit/Pinhole)
SLT-LEN =              120.000 / Length of the slit used  0.000 if Prism Sp     %7.3f   slit-y 値
SLT-WID =              120.000 / Width of the slit used   0.000 if Prism Sp     %6.3f   slit-x 値
SLT-PA  =                  0.0 / Slit Position Angle 0.0 if Prism Sp            %5.1f
                                 InR/ImR の値が必要？
SLTC-RA =         275.10837500 / RA of slit center (degree)                     %12.8f  toolkit
SLTC-DEC=         -16.17306000 / DEC of slit center (degree)                    %12.8f  toolkit
SLTCPIX1=                512.0 / Slit center projected on detector (pixel)      %7.1f   固定
SLTCPIX2=                512.0 / Slit center projected on detector (pixel)      %7.1f   固定
DISPERSR= 'NONE    '           / Name of disperser used                         %15s
                                 prism 使用時は Prism
WAVELEN =           2120.00000 / Wavelength at detector center (nm)            %10.5f
                                 filter によって変更
WAV-MIN =           1950.00000 / Shortest wavelength focused on detector (nm)  %10.5f
                                 filter によって変更
WAV-MAX =           2290.00000 / Longest wavelength focused on detector (nm)   %10.5f
                                 filter によって変更
DATE-OBS= '1997-08-22'         / Observation start date  (yyyy-mm-dd)           %10s    toolkit
UT      = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S typical UTC at exposure             %10s    toolkit
UT-STR  = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S UTC at start                        %10s    toolkit
UT-END  = '13:04:56.7'         / HH:MM:SS.S UT at end                           %10s    toolkit
HST     = '02:34:56.7'         / HH:MM:SS.S Typical HST at exposure             %10s
                                 露出開始時の時間 + 露出時間の半分
LST     = '23:53:10.6'         / HH:MM:SS.S Typical LST at exposure             %20s    toolkit
MJD     =       5.03965242E+04 / Modified Julian Day at typical time            %20.8f  toolkit
TIMESYS = 'UTC     '           / Time system used in this header                %3s     固定
EXPTIME =                 20.0 / Total integration time (sec)                   %8.1f   露出時間
OBJECT  = 'M17     '           / Target Description                             %30s    コメント
AZIMUTH =                -16.6 / Azimuth angle of telescope pointing           %5.1f   toolkit
ALTITUDE=                 36.4 / Altitude angle of telescope pointing          %5.1f   toolkit
FOC-POS = 'NASMYTH-IR'         / Focus where the instrument is attached        %12s
                                 Messia 立ち上げ時設定
FOC-VAL =                2.531 / Encoder value of the focus unit               %10.3f  toolkit
M2-TYPE = 'IR      '           / Type of Secondary mirror Opt/IR(chop)          %6s
M2-TIP  = 'Off     '           / Secondary Mirror Tip-Tilt Switch (On/Off)      %3s
```

```
FILTER01= 'K-prime '           / Filter name/ID                                  %10s
                                 z/J/H/K-prime/K/H+K/N204/NONE
FILTER02= 'NONE    '           / Filter name/ID                                  %10s
                                 H2(1-0)/H2(2-1)/K-cont/Prism/zJ-Grism/JH-Grism/wK-Grism/NONE
AIRMASS =              1.24352 / Averaged Air Mass                               %9.5f   toolkit
ZD      =                36.47 / Zenith Distance at typical time                 %5.2f   toolkit
DAQ-VER =                 1.00 / Version of the instrument control soft          %10s
                                 Messia Version
INS-VER =                 1.00 / Version of the instrument                       %10s
                                 Control Board
DETECTOR= 'HAWAII  '           / Name of the detector                            %10s    固定
DET-TMP =                77.0 / Detector temperature                            %5.1f
                                 Detector 温度
DET-NSMP=                   12 / The number of multi-sampling                    %2d    1 - 12
GAIN    =                 4.60 / AD conversion factor                            %5.2f   固定
PRD-STR1=                  449 / Start X position of partialy read out           %4d     固定
PRD-STR2=                  449 / Start position Y of partialy readout            %4d     固定
PRD-RNG1=                   64 / X Range of the partialy read out                %4d     固定
PRD-RNG2=                   64 / Y range of the partialy readout                 %4d     固定
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of X axis                        %2d     固定
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of Y axis                        %2d     固定
NAS-TAVE=               273.00 / Average Value of Nasmyth Enclosure             %6.2f
                                 ナスミス温度
INSTRUME= 'CISCO   '           / Name of Instrument                              %10s
                                 Messia 立ち上げ時設定
TELESCOP= 'SUBARU  '           / Telescope Name                                  %6s     固定
OBSERVAT= 'NAOJ    '           / Observatory Name                                %4s     固定
BLANK   =              32768.00 / Value used for NULL pixels                     %8.2f   固定
BSCALE  =                 1.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO                  %12.2f  固定
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel values                   %3s     固定
BZERO   =                 0.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO                  %12.2f  固定
EXTEND  =                    F / The existence of extension or not  (T or F)    %1s     固定
END
```

- CISCO の Spectroscopy mode

```
         1         2         3         4         5         6         7         8         9
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / SIMPLE must be 'T' for confirming FITS         %1s     固定
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix values                   %2d     固定
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame                             %1d     固定
NAXIS1  =                 1024 / # of pixels/row                                %5d     固定
NAXIS2  =                 1024 / # of rows (also # of scan lines)               %5d     固定
DISPAXIS=                    1 / # of axis describing dispersion direction      %1s     固定
OBSERVER= 'Iwamuro et al.'     / Name of observer                                %30s
                                 Messia 立ち上げ時設定
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID                                     %20s    toolkit
FRAMEID = 'OHSA00002347'       / Image sequential number                         %16s    toolkit
EXP-ID  = 'OHSA00002347'       / ID of the exposure this data was taken          %16s
                                 FRAME-ID と同じ？
OBS-MOD = 'spectroscopy'       / Observation Mode                                %30s
                                 grism/prism の有無で判断
DATA-TYP= 'OBJECT  '           / Type / Characteristics of  this data            %10s
                                 OBJECT と同時入力
RA      = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA pointing                        %12s
                                 RA2000 と同じ
DEC     = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC pointing                     %12s
                                 DEC2000 と同じ
EQUINOX =               2000.0 / Standard FK5 (years)                            %6.1f   固定
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system                %8s     固定
RA2000  = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing                %12s    toolkit
DEC2000 = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing             %12s    toolkit
CRPIX1  =                512.0 / Reference pixel in X                           %6.1f   固定
CRPIX2  =                512.0 / Reference pixel in Y                           %6.1f   固定
CRVAL1  =         275.10837500 / Physical value of the reference pixel X        %13.8f  toolkit
CRVAL2  =         -16.17306000 / Physical value of the reference pixel Y        %13.8f  toolkit
CDELT1  =           0.00003194 / Size projected into a detector pixel X         %13.8f  固定
CDELT2  =           0.00003194 / Size projected into a detector pixel Y         %13.8f  固定
CTYPE1  = 'RA--TAN '           / Pixel coordinate system                         %16s    固定
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                         %16s    固定
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL1 and CDELT1            %10s    固定
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2            %10s    固定
PROJP1  =                  0.0 / Projection Type of the first axis              %5.1f   固定
PROJP2  =                  0.0 / Projection Type of the second axis             %5.1f   固定
LONGPOLE=                180.0 / The North Pole of the standard system          %6.1f   固定
```

```
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            %12.8f  固定
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            %12.8f  固定
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            %12.8f  固定
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            %12.8f  固定
C2PIX1  =                512.0 / Reference pixel in X                           %6.1f   固定
C2PIX2  =                512.0 / Reference pixel in Y                           %6.1f   固定
C2VAL1  =        1425.72191000 / Physical value of the reference pixel X        %13.8f
                                 grism によって変更
C2VAL2  =         -16.17306000 / Physical value of the reference pixel Y        %13.8f  toolkit
C2ELT1  =           0.72880318 / Size projected into a detector pixel X         %13.8f
                                 grism によって変更
C2ELT2  =           0.00003194 / Size projected into a detector pixel Y         %13.8f  固定
C2YPE1  = 'WAVELENGTH'         / Pixel coordinate system                        %16s    固定
C2YPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                        %16s    固定
C2NIT1  = 'nm      '           / Units used in both CRVAL1 and CDELT1           %10s    固定
C2NIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2           %10s    固定
P2001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            %12.8f  固定
P2001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            %12.8f  固定
P2002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            %12.8f  固定
P2002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix            %12.8f  固定
SLIT    = 'Longslit'           / Identifier of the entrance slit used 'NONE' if
Prism Sp %10s
                                 slit-x,slit-y の値で判断 (NONE/Longslit/Pinhole)
SLT-LEN =              120.000 / Length of the slit used  0.000 if Prism Sp     %7.3f   slit-y 値
SLT-WID =                0.500 / Width of the slit used   0.000 if Prism Sp     %6.3f   slit-x 値
SLT-PA  =                  0.0 / Slit Position Angle 0.0 if Prism Sp            %5.1f
                                 InR/ImR の値が必要？
SLTC-RA =         275.10799000 / RA of slit center (degree)                      %12.8f  toolkit
SLTC-DEC=         -16.20307900 / DEC of slit center (degree)                     %12.8f  toolkit
SLTCPIX1=                524.0 / Slit center projected on detector (pixel)      %7.1f   固定
SLTCPIX2=                547.0 / Slit center projected on detector (pixel)      %7.1f   固定
DISPERSR= 'JH-Grism'           / Name of disperser used                         %15s
                                 zJ-Grism/JH-Grism/wK-Grism
WAVELEN =           1425.72191 / Wavelength at detector center (nm)             %10.5f
                                 grism によって変更
WAV-MIN =           1067.82460 / Shortest wavelength focused on detector (nm)   %10.5f
                                 grism によって変更
WAV-MAX =           1814.05960 / Longest wavelength focused on detector (nm)    %10.5f
                                 grism によって変更
DATE-OBS= '1997-08-22'         / Observation start date  (yyyy-mm-dd)           %10s    toolkit
UT      = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S typical UTC at exposure             %10s    toolkit
UT-STR  = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S UTC at start                        %10s    toolkit
UT-END  = '13:04:56.7'         / HH:MM:SS.S UT at end                           %10s    toolkit
HST     = '02:34:56.7'         / HH:MM:SS.S Typical HST at exposure             %10s
                                 露出開始時の時間＋露出時間の半分
LST     = '23:53:10.6'         / HH:MM:SS.S Typical LST at exposure             %20s    toolkit
MJD     =       5.03965242E+04 / Modified Julian Day at typical time            %20.8f  toolkit
TIMESYS = 'UTC     '           / Time system used in this header                %3s     固定
EXPTIME =                 20.0 / Total integration time (sec)                   %8.1f   露出時間
OBJECT  = 'M17     '           / Target Description                             %30s    コメント
AZIMUTH =                -16.6 / Azimuth angle of telescope pointing           %5.1f   toolkit
ALTITUDE=                 36.4 / Altitude angle of telescope pointing          %5.1f   toolkit
FOC-POS = 'NASMYTH-IR'         / Focus where the instrument is attached         %12s
                                 Messia 立ち上げ時設定
FOC-VAL =                2.531 / Encoder value of the focus unit               %10.3f  toolkit
M2-TYPE = 'IR      '           / Type of Secondary mirror Opt/IR(chop)          %6s
M2-TIP  = 'Off     '           / Secondary Mirror Tip-Tilt Switch (On/Off)      %3s
FILTER01= 'NONE    '           / Filter name/ID                                 %10s
                                 z/J/H/K'/K/H+K'/N204/NONE
FILTER02= 'JH-Grism'           / Filter name/ID                                 %10s
                                 H2(1-0)/H2(2-1)/K-cont/Prism/zJ-Grism/JH-Grism/wK-Grism/NONE
AIRMASS =              1.24352 / Averaged Air Mass                             %9.5f   toolkit
ZD      =                36.47 / Zenith Distance at typical time               %5.2f   toolkit
DAQ-VER =                 1.00 / Version of the instrument control soft        %10s
                                 Messia Version
INS-VER =                 1.00 / Version of the instrument                     %10s
                                 Control Board
DETECTOR= 'HAWAII  '           / Name of the detector                           %10s    固定
DET-TMP =                 77.0 / Detector temperature                          %5.1f
                                 Detector 温度
DET-NSMP=                   12 / The number of multi-sampling                  %2d    1 - 12
GAIN    =                 4.60 / AD conversion factor                          %5.2f   固定
PRD-STR1=                  449 / Start X position of partialy read out         %4d     固定
PRD-STR2=                  449 / Start position Y of partialy readout          %4d     固定
PRD-RNG1=                   64 / X Range of the partialy read out              %4d     固定
PRD-RNG2=                   64 / Y range of the partialy readout               %4d     固定
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of X axis                      %2d     固定
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of Y axis                      %2d     固定
NAS-TAVE=               273.00 / Average Value of Nasmyth Enclosure            %6.2f
```

```
                                  ナスミス温度
INSTRUME= 'CISCO   '           / Name of Instrument                             %10s
                                  Messia 立ち上げ時設定
TELESCOP= 'SUBARU  '           / Telescope Name                                 %6s     固定
OBSERVAT= 'NAOJ    '           / Observatory Name                               %4s     固定
BLANK   =              32768.00 / Value used for NULL pixels                     %8.2f   固定
BSCALE  =                  1.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO                 %12.2f  固定
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel values                  %3s     固定
BZERO   =                  0.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO                 %12.2f  固定
EXTEND  =                    F / The existence of extension or not  (T or F)    %1s     固定
END
```

- OHS の Spectroscopy mode

```
         1         2         3         4         5         6         7         8         9
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / SIMPLE must be 'T' for confirming FITS         %1s     固定
BITPIX  =                   16 / # of bits storing pix values                   %2d     固定
NAXIS   =                    2 / # of axes in frame                             %1d     固定
NAXIS1  =                 1024 / # of pixels/row                                %5d     固定
NAXIS2  =                 1024 / # of rows (also # of scan lines)               %5d     固定
DISPAXIS=                    1 / # of axis describing dispersion direction      %1s     固定
OBSERVER= 'Iwamuro et al.'     / Name of observer                               %30s
                                  Messia 立ち上げ時設定
PROP-ID = 'P19970025-0001'     / Proposal ID                                    %20s    toolkit
FRAMEID = 'OHSA00002347'       / Image sequential number                        %16s    toolkit
EXP-ID  = 'OHSA00002347'       / ID of the exposure this data was taken         %16s
                                  FRAME-ID と同じ？
OBS-MOD = 'spectroscopy'       / Observation Mode                               %30s
                                  grism/prism の有無で判断
DATA-TYP= 'OBJECT  '           / Type / Characteristics of  this data           %10s
                                  OBJECT と同時入力
RA      = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA pointing                       %12s
                                  RA2000 と同じ
DEC     = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC pointing                    %12s
                                  DEC2000 と同じ
EQUINOX =               2000.0 / Standard FK5 (years)                           %6.1f   固定
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system               %8s     固定
RA2000  = '18:20:26.010'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing               %12s    toolkit
DEC2000 = '-16:12:07.06'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing            %12s    toolkit
CRPIX1  =                512.0 / Reference pixel in X                          %6.1f   固定
CRPIX2  =                512.0 / Reference pixel in Y                          %6.1f   固定
CRVAL1  =         275.10837500 / Physical value of the reference pixel X       %13.8f  toolkit
CRVAL2  =         -16.17306000 / Physical value of the reference pixel Y       %13.8f  toolkit
CDELT1  =           0.00003194 / Size projected into a detector pixel X         %13.8f  固定
CDELT2  =           0.00003194 / Size projected into a detector pixel Y         %13.8f  固定
CTYPE1  = 'RA--TAN '           / Pixel coordinate system                        %16s    固定
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                        %16s    固定
CUNIT1  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL1 and CDELT1           %10s    固定
CUNIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2           %10s    固定
PROJP1  =                  0.0 / Projection Type of the first axis             %5.1f   固定
PROJP2  =                  0.0 / Projection Type of the second axis            %5.1f   固定
LONGPOLE=                180.0 / The North Pole of the standard system         %6.1f   固定
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
C2PIX1  =                512.0 / Reference pixel in X                          %6.1f   固定
C2PIX2  =                512.0 / Reference pixel in Y                          %6.1f   固定
C2VAL1  =        1425.72191000 / Physical value of the reference pixel X       %13.8f
                                  grism によって変更
C2VAL2  =         -16.17306000 / Physical value of the reference pixel Y       %13.8f  toolkit
C2ELT1  =           0.72880318 / Size projected into a detector pixel X         %13.8f
                                  grism によって変更
C2ELT2  =           0.00003194 / Size projected into a detector pixel Y         %13.8f  固定
C2YPE1  = 'WAVELENGTH'         / Pixel coordinate system                        %16s    固定
C2YPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system                        %16s    固定
C2NIT1  = 'nm      '           / Units used in both CRVAL1 and CDELT1           %10s    固定
C2NIT2  = 'degree  '           / Units used in both CRVAL2 and CDELT2           %10s    固定
P2001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
P2001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
P2002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
P2002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix           %12.8f  固定
SLIT    = 'Longslit'           / Identifier of the entrance slit used 'NONE' if
Prism Sp %10s
```

```
                                slit-x,slit-y の値で判断 (NONE/Longslit/Pinhole)
SLT-LEN =              120.000 / Length of the slit used  0.000 if Prism Sp     %7.3f   slit-y 値
SLT-WID =                0.500 / Width of the slit used   0.000 if Prism Sp     %6.3f   slit-x 値
SLT-PA  =                  0.0 / Slit Position Angle 0.0 if Prism Sp            %5.1f
                                ImR の値が必要？
SLTC-RA =          275.10799000 / RA of slit center (degree)                    %12.8f  toolkit
SLTC-DEC=          -16.20307900 / DEC of slit center (degree)                   %12.8f  toolkit
SLTCPIX1=                524.0 / Slit center projected on detector (pixel)      %7.1f   固定
SLTCPIX2=                547.0 / Slit center projected on detector (pixel)      %7.1f   固定
DISPERSR= 'JH-Grism'           / Name of disperser used                         %15s
                                zJ-Grism/JH-Grism
WAVELEN =           1425.72191 / Wavelength at detector center (nm)            %10.5f
                                grism によって変更
WAV-MIN =           1067.82460 / Shortest wavelength focused on detector (nm)  %10.5f
                                grism によって変更
WAV-MAX =           1814.05960 / Longest wavelength focused on detector (nm)   %10.5f
                                grism によって変更
DATE-OBS= '1997-08-22'         / Observation start date  (yyyy-mm-dd)          %10s    toolkit
UT      = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S typical UTC at exposure            %10s    toolkit
UT-STR  = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S UTC at start                       %10s    toolkit
UT-END  = '13:04:56.7'         / HH:MM:SS.S UT at end                          %10s    toolkit
HST     = '02:34:56.7'         / HH:MM:SS.S Typical HST at exposure            %10s
                                露出開始時の時間＋露出時間の半分
LST     = '23:53:10.6'         / HH:MM:SS.S Typical LST at exposure            %20s    toolkit
MJD     =       5.03965242E+04 / Modified Julian Day at typical time           %20.8f  toolkit
TIMESYS = 'UTC     '           / Time system used in this header               %3s     固定
EXPTIME =                 20.0 / Total integration time (sec)                   %8.1f   露出時間
OBJECT  = 'M17     '           / Target Description                            %30s    コメント
AZIMUTH =                -16.6 / Azimuth angle of telescope pointing           %5.1f   toolkit
ALTITUDE=                 36.4 / Altitude angle of telescope pointing          %5.1f   toolkit
FOC-POS = 'NASMYTH-IR'         / Focus where the instrument is attached        %12s
                                Messia 立ち上げ時設定
FOC-VAL =                2.531 / Encoder value of the focus unit               %10.3f  toolkit
M2-TYPE = 'IR      '           / Type of Secondary mirror Opt/IR(chop)         %6s
M2-TIP  = 'Off     '           / Secondary Mirror Tip-Tilt Switch (On/Off)     %3s
FILTER01= 'NONE    '           / Filter name/ID                                %10s
                                z/J/H/K'/K/H+K'/N204/NONE
FILTER02= 'JH-Grism'           / Filter name/ID                                %10s
                                H2(1-0)/H2(2-1)/K-cont/Prism/zJ-Grism/JH-Grism/wK-Grism/NONE
AIRMASS =              1.24352 / Averaged Air Mass                            %9.5f   toolkit
ZD      =                36.47 / Zenith Distance at typical time              %5.2f   toolkit
DAQ-VER =                 1.00 / Version of the instrument control soft       %10s
                                Messia Version
INS-VER =                 1.00 / Version of the instrument                    %10s
                                Control Board
DETECTOR= 'HAWAII  '           / Name of the detector                          %10s    固定
DET-TMP =                 77.0 / Detector temperature                          %5.1f
                                Detector 温度
GAIN    =                 4.60 / AD conversion factor                          %5.2f   固定
PRD-STR1=                  449 / Start X position of partialy read out         %4d     固定
PRD-STR2=                  449 / Start position Y of partialy readout          %4d     固定
PRD-RNG1=                   64 / X Range of the partialy read out              %4d     固定
PRD-RNG2=                   64 / Y range of the partialy readout               %4d     固定
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of X axis                      %2d     固定
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of Y axis                      %2d     固定
NAS-TAVE=               273.00 / Average Value of Nasmyth Enclosure            %6.2f
                                ナスミス温度
OHMSK   = 'JH      '           / MASK Name of OH Suppression                   %30s
                                Messia 立ち上げ時設定 (O_MSK？)
OHSLT   = '1x30    '           / OHS slit                                      %30s
                                1x30/0.5x30/30x30/Blank/Mirror/Pinhole/Test (O_SLT？)
OHSLTLEN=                30.000 / OHS slit length (arcsec)                     %7.3f
                                OHS slit によって変更 (O_SLTLEN？)
OHSLTWID=                 1.000 / OHS slit width (arcsec)                      %7.3f
                                OHS slit によって変更 (O_SLTWID？)
OHFOCVAL=               108.240 / OHS FOCUS Value                              %7.3f
                                Camera 位置 (O__FOCVAL？)
INSTRUME= 'OHS     '           / Name of Instrument                            %10s
                                Messia 立ち上げ時設定
TELESCOP= 'SUBARU  '           / Telescope Name                                %6s     固定
OBSERVAT= 'NAOJ    '           / Observatory Name                              %4s     固定
BLANK   =              32768.00 / Value used for NULL pixels                   %8.2f   固定
BSCALE  =                 1.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO                %12.2f  固定
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel values                 %3s     固定
BZERO   =                 0.00 / Real = fits-value*BSCALE+BZERO                %12.2f  固定
EXTEND  =                    F / The existence of extension or not  (T or F)   %1s     固定
END
```

6.5.6 Suprime-Cam (1998/08/19)

```
         1         2         3         4         5         6         7         8         9
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
--------------------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / file does conform to FITS standard             L1
BITPIX  =                   16 / number of bits per data pixel                  I3
NAXIS   =                    2 / number of data axes                            I1
NAXIS1  =                 2048 / length of data axis 1                          I5
NAXIS2  =                 4096 / length of data axis 2                          I5
EXTEND  =                    T / FITS dataset may contain extensions            L1
BZERO   =              32768.0 / offset data range to that of unsigned short    F6.1
BSCALE  =                  1.0 / default scaling factor                         F6.1
BUNIT   = 'ADU     '           / Unit of original pixel value                   A3
BLANK   =               -32768 / Value used for NULL pixels                     I6
DATE-OBS= '1999-04-01'         / Observation start date  (yyyy-mm-dd)           A10
UT      = '09:15:04.5'         / HH:MM:SS.S typical UTC at the exposure (middle) A10
UT-STR  = '09:12:34.5'         / HH:MM:SS.S UTC at the start exposure time      A10
UT-END  = '09:17:34.5'         / HH:MM:SS.S UTC at the end of the exposure      A10
HST     = '23:15:04.5'         / HH:MM:SS.S Typical HST at exposure             A10
HST-STR = '23:12:34.5'         / HH:MM:SS.S HST at the beginning of exp.        A10
HST-END = '23:17:34.5'         / HH:MM:SS.S HST at the end of exposure          A10
LST     = '11:33:21.345'       / HH:MM:SS.SSS Typical LST at exposure           A12
LST-STR = '11:30:50.912'       / HH:MM:SS.SSS LST at the beginning of exposure  A12
LST-END = '11:35:51.723'       / HH:MM:SS.SSS LST at the end of exposure        A12
MJD     =         51635.385469 / [d] Mod. Julian Date at typical time           F12.6
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in the header                 A3
MJD-STR =         51635.383733 / [d] Mod.Julian Date at the start of exposure  F12.6
MJD-END =         51635.387205 / [d] Mod.Julian Date at the end of exposure    F12.6
ZD-STR  =               10.050 / [degree] Zenith Distance at exposure start time F6.3
ZD-END  =                9.740 / [degree] Zenith Distance at exposure end time  F6.3
SECZ-STR=                1.017 / SEC(Zenith Distance) at exposure start time    F6.3
SECZ-END=                1.015 / SEC(Zenith Distance) at exposure end time      F6.3
AIRMASS =               1.0160 / Average airmass during exposure                F6.4
AZIMUTH =              319.320 / [degree] Azimuth of tel-pointing. 0:S->90:W    F7.3
ALTITUDE=               79.880 / [degree] Altitude ang. of telescope pointing   F7.3
PROP-ID = 'P19990025-0001'     / Proposal ID                                    A20
OBSERVER= 'Shimasaku, Yagi, Hamabe' / Names of the Observers                    A64
FRAMEID = 'SUPA00000001'       / Image sequential number                        A16
EXP-ID  = 'SUPE00000001'       / ID of exposure (shot) this data were taken     A16
OBS-MOD = 'Imaging '           / Observation Mode                               A20
DATA-TYP= 'OBJECT  '           / Characteristics of this data                   A10
OBJECT  = 'artificial sky'     / Identification of object observed              A30
RA      = '12:00:00.000'       / Right ascension of telescope pointing (J2000)  A12
DEC     = '+12:00:00.00'       / Declination of telescope pointing (J2000)      A12
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system               A8
EQUINOX =              2000.0 / [y] Equinox                                    F6.1
CTYPE1  = 'RA---TAN'           / Pixel coordinate system in axis 1              A8
CRPIX1  =                  1.0 / Reference pixel coordinate system in axis 1    F8.1
CRVAL1  =          180.1802512 / [degree] Physical value of the reference pixel F11.7
CDELT1  =      -5.55555556E-05 / [degree] Pixel size in axis 1                  E15.8
CUNIT1  = 'degree  '           / Unit used in both CRVAL1 and CDELT1            A10
CTYPE2  = 'DEC--TAN'           / Pixel coordinate system in axis 2              A8
CRPIX2  =                  1.0 / Reference pixel coordinate system in axis 2    F8.1
CRVAL2  =           12.0006534 / [degree] Physical value of the reference pixel F10.7
CDELT2  =       5.55555556E-05 / [degree] Pixel size in axis 2                  E15.8
CUNIT2  = 'degree  '           / Unit used in both CRVAL2 and CDELT2            A10
LONGPOLE=                180.0 / The native system of the N.P. in the std. sys. F6.1
PC001001=           1.00000000 / Pixel coordinate translation matrix           F12.8
PC001002=           0.00000000 / Pixel coordinate translation matrix           F12.8
PC002001=           0.00000000 / Pixel coordinate translation matrix           F12.8
PC002002=           1.00000000 / Pixel coordinate translation matrix           F12.8
PROJP1  =                  0.0 / Projection type of the axis 1                  F5.1
PROJP2  =                  0.0 / Projection type of the axis 2                  F5.1
WCS-ORIG= 'ROUGH estimation'   / Origin/quality of the WCS values              A20
OBSERVAT= 'NAOJ    '           / Observatory                                    A4
TELESCOP= 'Subaru  '           / Telescope name                                 A6
FOC-POS = 'PRIME   '           / Position of the instrument focus unit          A8
FOC-VAL =             1234.567 / [mm] Encoder value of the focus unit          F10.3
FILTER01= 'SDSS-R1 '           / Filter name/ID                                 A30
EXPTIME =                300.0 / [sec] Total integration time                  F7.1
INSTRUME= 'SuprimeCam'         / Name of instrument                             A15
DETECTOR= 'Hektro_CCD_XY1230Z' / Name of the detector/CCD                       A40
DET-ID  =                    1 / ID of the detector used for this data          I2
DET-A01 =                0.000 / [degree] Relative angle of the nn-th detector F7.3
DET-P101=              126.880 / [mm] Relative X-position of the nn-th detector F7.3
DET-P201=               62.440 / [mm] Relative Y-position of the nn-th detector F7.3
DET-TMP =               153.25 / [Kelvin] Detector temperature                  F6.2
DET-TMED=               153.24 / [Kelvin] Median of the detector temperature    F6.2
DET-TMIN=               153.11 / [Kelvin] Minimum of the detector temperature   F6.2
DET-TMAX=               153.37 / [Kelvin] Maximum of the detector temperature   F6.2
GAIN    =                3.456 / AD conversion factor (electron/ADU)            F6.3
EFP-MIN1=                   21 / Start position of effective frame in axis-1    I5
EFP-RNG1=                 2008 / Range of effective frame in axis-1             I5
```

```
EFP-MIN2=                   21 / Start position of effective frame in axis-2     I5
EFP-RNG2=                 4056 / Range of effective frame in axis-2              I5
PRD-MIN1=                    6 / Start X position of partialy read out          I5
PRD-RNG1=                 2048 / X range of the partialy readout                I5
PRD-MIN2=                    6 / Start Y position of partialy read out          I5
PRD-RNG2=                 4096 / Y range of the partialy readout                I5
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of axis 1                       I2
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of axis 2                       I2
DET-VER = 'V.1.0.0 '           / Version of the detector control command        A30
INS-VER = 'SC1.000/MS1.201'    / Version of the instrument (hard/soft)          A30
WEATHER = 'Clear   '           / Weather condition                              A50
SEEING  =                 0.60 / [arcsec] FWHM of the star at telescope focus   F5.2
ADC-TYPE= 'RED     '           / ADC name if it is used. (BLUE, RED, NONE)      A30
ADC-STR =              12.345 / [degree] ADC pos. ang. at the start of exposure F7.3
ADC-END =              23.456 / [degree] ADC pos. ang. at the end of exposure   F7.3
INR-STR =              23.456 / [degree] Inst. rotator angle at start           F8.3
INR-END =              34.567 / [degree] Inst. rotator angle at end             F8.3
DOM-WND =                0.10 / [m/s] Wind speed in the dome/enclosure          F5.2
OUT-WND =                1.30 / [m/s] Wind speed outside dome/enclosure        F5.2
DOM-TMP =              274.23 / [Kelvin] Atm. temp. in the dome/enclosure       F6.2
OUT-TMP =              274.37 / [Kelvin] Atm. temp. outside the dome/encl.     F6.2
DOM-HUM =                32.3 / [%] Humidity in the dome                       F5.1
OUT-HUM =                27.9 / [%] Humidity outside the dome/encl.            F5.1
DOM-PRS =             1013.12 / [hPa] Atm. pressure in the dome                 F7.2
OUT-PRS =             1013.12 / [hPa] Atm. press. outside the dome/encl.       F7.2
COMMENT   ------------------------------------------------------------
COMMENT   --------------- PARAMETERS FOR SUPRIME_CAM ------------------
COMMENT   ------------------------------------------------------------
S_UFNAME= 'test_field_1'       / User assigned file name                       A40
S_FRMPOS= '0101    '           / Frame position (IIJJ)                         A4
S_BCTAVE=            5319.300 / [ADU] Average count outside effective data    F9.3
S_BCTSD =              12.300 / [ADU] S.D. of the count outside the eff. data F9.3
S_AG-OBJ= 'HD12345 '           / Name of the guide-star                        A40
S_AG-RA = '12:34:56.789'       / R.A. of the guide-star                        A12
S_AG-DEC= '+12:34:56.78'       / Dec. of the guide-star                        A12
S_AG-EQN=              2000.0 / [y] Equinox of the guide-star position        F6.1
S_AG-X  =               12.34 / [mm] Position of the guiding probe (X)        F7.2
S_AG-Y  =               12.34 / [mm] Position of the guiding probe (Y)        F7.2
S_AG-R  =               34.56 / [mm] Position of the guiding probe (R)        F7.2
S_AG-TH =               12.34 / [degree] Position of the guiding probe (theta) F7.2
S_ETMED =              275.59 / [Kelvin] Averaged temp. in Camera enclosure    F6.2
S_ETMAX =              275.81 / [Kelvin] Maximum temp.  in Camera enclosure    F6.2
S_ETMIN =              275.41 / [Kelvin] Minimum temp.  in Camera enclosure    F6.2
END
```

6.5.7 MIRTOS (1998/07/09)

- MIRTOS の MIR mode

```
        1         2         3         4         5         6         7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                   32 / # of bits storing pix values
NAXIS   =                    3 / # of axis in frame
NAXIS1  =                  336 / # of pixels/row
NAXIS2  =                  240 / # of rows
NAXIS3  =                   10 / # of frames
EXTEND  =                    T / ASCII Table for Z-frame description
COMMENT Sample Primary header for MIRTOS written by Tomono on 1998/7/6
OBSERVER= 'D.Tomono, Y.Doi, T.Nishimura  ' / Name of observers
PROP-ID = 'P1998-0430-1                  ' / Proposal ID
DATASET = 'Used for DASH                 ' /
INSTRUME= 'MIRTOS                        ' / Name of instrument
INS-VER = '1.1 980701                    ' / Version of the instrument
FRAMEID = 'MTOS000000001   '   / FITS File sequential number
EXP-ID  = 'MT_M000000001   '   / ID of the exposure this data was taken
OBS-MOD = 'imaging                       ' / Observation Mode
DATA-TYP= 'object          '   / Type / Characteristics of this data
OBSERVAT= 'National Astronomical Observatory of Japan' / Observatory
TELESCOP= 'Subaru                        ' / Telescope name
CRPIX1  =                160.0 / Reference pixel in X (pixel)
CRPIX2  =                120.0 / Reference pixel in Y (pixel)
CRVAL1  =         189.00529167 / Physical value of the reference pixel X
CRVAL2  =         -39.86927778 / Physical value of the reference pixel Y
CDELT1  =         0.0000186328 / X Scale projected on detector(#/pix)
CDELT2  =         0.0000186328 / Y scale projected on detector(#/pix)
CTYPE1  = 'RA--TAN         '   / Pixel coordinate system
CTYPE2  = 'DEC--TAN        '   / Pixel coordinate system
CUNIT1  = 'degree    '         / Units used in both CRVAL1 and CDELT1
```

```
CUNIT2  = 'degree    '         / Units used in both CRVAL2 and CDELT2
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in the header. UTC fix.
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system
PROJP1  =                   0.0 / Projection type of the first axis
PROJP2  =                   0.0 / Projection type of the second axis
LONGPOLE=            180.00000 / The North Pole of standard system (deg)
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix
BSCALE  =                    1 / Real=fits-value*BSCALE+BZERO
BZERO   =                    0 / Real=fits-value*BSCALE+BZERO
BUNIT   = 'ADU             '   / Unit of original pixel values
BLANK   =                32768 / Value used for NULL pixels
DATE-OBS= '1998-04-30                      ' / yyyy-mm-dd UTC obs start date
UT      = '09:12:00.0'         / HH:MM:SS.S UTC at typical time(=start)
HST     = '23:12:00.0'         / HH:MM:SS.S HST at typical time(=start)
LST     = '12:34:56.7'         / HH:MM:SS.S LST at typical time(=start)
MJD     =       12345.67890000 / Modified Julian Day at typical time(=start)
EXPTIME =               0.0800 / Total integration time per frame(sec)
OBJECT  = 'HR 4796                         ' / Target Description
RA      = '12:36:01.270'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing
RA2000  = '12:36:01.270'       / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing
DEC     = '-39:52:09.40'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing
DEC2000 = '-39:52:09.40'       / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing
EQUINOX =               2000.0 /
AZIMUTH =             12.34000 / Azimuth of telescope pointing (degree)
ALTITUDE=             12.34000 / Altitude of telescope pointing(degree)
FOC-POS = 'Cassegrain      '   / Focus where the instrument is attached
FOC-LEN =           100000.000 / Focal length of the telescope (mm)
FOC-VAL =                2.531 / Encoder value of the focus unit (mm)
M2-TYPE = 'IR      '           / Type of the secondary miror (Opt/IR)
M2-TIP  = 'on      '           / Tip/Tilt of the Secondary Mirror (on/off)
APERTURE= '21x16           '   / Field stop ID
INR-STR =               12.345 / Instrument Rotator angle at Start (deg)
INR-END =               12.345 / Instrument Rotator angle at End (deg)
AIRMASS =              4.67918 / Averaged Air Mass
ZD      =               77.660 / Zenith Distance at typical time
SECZ    =                4.679 / SEC(Zenith Distance) at typical time
M_WINDOW= 'ZnSe            '   / MIRTOS dewar entrance window
M_M1MOT1=                  224 / Beam Stearing Mirror Position (count)
M_M1MOT2=                  339 / Beam Stearing Mirror Position (count)
M_M2MOT1=                  224 / Beam Splitter Position (count)
M_M2MOT2=                  339 / Beam Splitter Position (count)
FILTER01= 'Through         '   / Filter name/ID
FILTER02= 'Q               '   / Filter name/ID
FILTER03= '30mm-phi        '   / Lyot Stop name/ID
DETECTOR= 'Ratheon Si:As IBC 320x240     ' / Name of the detector/CCD
DET-ID  =                    1 / ID of the detector used for this data
DETPXSZ1=                0.050 / Detector pixel size in axis1 (mm)
DETPXSZ2=                0.050 / Detector pixel size in axis2 (mm)
DET-A00 =                0.100 / Relative angle of nn-th detector (deg)
DET-TMP =                 6.01 / Detector temperature (K)
GAIN    =               330.90 / AD conversion factor (electron/ADU)
PRD-MIN1=                    1 / Start X pos. of partialy read out (pix)
PRD-MIN2=                    1 / Start Y pos. of partialy read out (pix)
PRD-RNG1=                  320 / X Range of partialy read out (pix)
PRD-RNG2=                  240 / Y Range of partialy read out (pix)
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of X axis (pixel)
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of Y axis (pixel)
WEATHER = 'Sunny                           ' / Weather condition
SEEING  =                 0.45 / Long integ PSF FWHM (arcsec)
DOM-WND =                 4.61 / Wind speed in the dome (m/s)
OUT-WND =                 7.79 / Wind speed outside (m/s)
DOM-TMP =                273.5 / Temperature measured in the dome (K)
OUT-TMP =                273.7 / Temperature measured outside dome (K)
DOM-HUM =                0.050 / Humidity measured in the dome
OUT-HUM =                0.060 / Humidity measured outside the dome
DOM-PRS =               670.00 / Atmospheric pressure in the Dome (hpa)
OUT-PRS =               670.00 / Atmospheric pressure outside dome (hPa)
COMMENT
COMMENT (: Subaru Device Dependent Header for MIRTOS :)
COMMENT
COMMENT === ID
M_CHID  = 'MIR             '   / ID of camera channel of MIRTOS
M_TWID  = '19980430-0001   '   / ID of two-wavelength simultaneous file
M_FLATID= 'NA              '   / ID of the most recent flat field file
M_DARKID= 'NA              '   / ID of the most recent dark exposure file
M_DET01 =             12.30000 / Rel X pos of NIR from MIR on sky (pixel)
M_DET02 =             45.60000 / Rel Y pos of NIR from MIR on sky (pixel)
COMMENT === Chopping and Nodding
M_CHOPTM=                0.200 / Chopping period (sec)
M_CHOPTH=                90.00 / Chopping throw (arcsec)
M_CHOPPA=                 0.00 / Chopping P.A. origin:source/pointing (deg)
```

```
M_NODTM =                 10.0 / Nodding period (sec)
M_NODTH =                90.00 / Nodding throw (arcsec)
M_NODPA =                90.00 / Nodding P.A. origin:source/pointing (deg)
COMMENT === Temperature
M_O-TMP =                 35.6 / Temperature of Optics (K)
M_A-TMP1=                300.1 / Temperature of Ambient thermometer (K)
M_A-TMP2=                350.3 / Temperature of Ambient thermometer (K)
M_A-TMP3=                280.4 / Temperature of Ambient thermometer (K)
M_A-TMP4=                300.1 / Temperature of Ambient thermometer (K)
COMMENT === Clock
M_CLKFL = '/home/mirtos/clock/mir/980430/twsaa1' / Clock file name
M_CLKMR = 'chop02nod10_1   '   / Clock pattern marco name
M_CLKMC = 'This is only preliminary' / Coment on clock pattern macro
M_BNDWTH=                   00 / NIR band width 00:15K 01:150K 10:1.5M 11:3MHz
M_PIXTIM=                  5.0 / Clock duration for a pixel (us)
M_FRTIME=                 32.3 / Time to sweep one frame (ms)
COMMENT === FMC
M_JPORT =                    0 / Jump port value at the time of getting data
M_REFSUB=                    T / Subtraction of reference column T:done
M_ARRANG=                    T / Data arrangement T:FITS F:raw
M_BANK  = 'A       '           / Bank name where the data was stored
COMMENT == BlackBody
M_BBPOS =                    F / Black Body Position T:In F:Out
M_BBTMP =                270.0 / Temperature of Black Body (K)
END

XTENSION= 'TABLE   '           / ASCII Table extension
BITPIX  =                    8 / # of bits storing pix values
NAXIS   =                    2 / # of axis in frame
NAXIS1  =                   17 / # of characotors in a row
NAXIS2  =                   10 / # of rows = # of frames
PCOUNT  =                    0 / No random parameters
GCOUNT  =                    1 / Only one group
TFIELDS =                    4 / # of fields in a row
EXTNAME = 'Beams   '           / Name

TTYPE1  = 'Chop    '           / Chop beam: +/-
TBCOL1  =                    1 / start column of this field
TFORM1  = 'A1      '           / 1 charactors

TTYPE2  = 'Nod     '           / Nod beam: +/-
TBCOL2  =                    2 / start column of this field
TFORM2  = 'A1      '           / 1 charactors

TTYPE3  = 'NumReads'           / Number of read outs
TBCOL3  =                    3 / start column of this field
TFORM3  = 'I6      '           / 6 digit integer
TUNIT3  = 'Samples '           / untis: ADC Samplings for a pixel

TTYPE4  = 'WaitTime'           / Wait time for secondry stabilization
TBCOL4  =                    9 / start column of this field
TFORM4  = 'F9.4    '           / 9 digit floating down to 1us
TUNIT4  = 'ms      '           / units: milli-second

TTYPE5  = 'NDRate  '           / Integration Duty Cycle x/243 only MIR
TBCOL5  =                   18 / start column of this field
TFORM5  = 'I3      '           / 3 digit integer
TUNIT5  = 'rows    '           / units: milli-second

COMMENT Sample ASCII Extension header for MIRTOS written by Tomono on 1998/7/6
END
```

- MIRTOS の NIR mode

```
         1         2         3         4         5         6         7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------------------------------------
SIMPLE  =                    T / Standard FITS format
BITPIX  =                   32 / # of bits storing pix values
NAXIS   =                    3 / # of axis in frame
NAXIS1  =                  256 / # of pixels/row
NAXIS2  =                  256 / # of rows
NAXIS3  =                   10 / # of frames
EXTEND  =                    T / ASCII Table for Z-frame description
COMMENT Sample Primary header for MIRTOS written by Tomono on 1998/7/6
OBSERVER= 'D.Tomono, Y.Doi, T.Nishimura  ' / Name of observers
PROP-ID = 'P1998-0430-1                  ' / Proposal ID
DATASET = 'Used for DASH                 ' /
INSTRUME= 'MIRTOS                        ' / Name of instrument
INS-VER = '1.1 980701                    ' / Version of the instrument
FRAMEID = 'MTOS000000002   '   / FITS File sequential number
EXP-ID  = 'MT_N000000001   '   / ID of the exposure this data was taken
```

```
OBS-MOD = 'imaging                        ' / Observation Mode
DATA-TYP= 'object          '   / Type / Characteristics of this data
OBSERVAT= 'National Astronomical Observatory of Japan' / Observatory
TELESCOP= 'Subaru                         ' / Telescope name
CRPIX1  =                128.0 / Reference pixel in X (pixel)
CRPIX2  =                128.0 / Reference pixel in Y (pixel)
CRVAL1  =         189.00529167 / Physical value of the reference pixel X
CRVAL2  =         -39.86927778 / Physical value of the reference pixel Y
CDELT1  =         0.0000076860 / X Scale projected on detector(#/pix)
CDELT2  =         0.0000076860 / Y scale projected on detector(#/pix)
CTYPE1  = 'RA--TAN         '   / Pixel coordinate system
CTYPE2  = 'DEC--TAN        '   / Pixel coordinate system
CUNIT1  = 'degree    '         / Units used in both CRVAL1 and CDELT1
CUNIT2  = 'degree    '         / Units used in both CRVAL2 and CDELT2
TIMESYS = 'UTC     '           / Time System used in the header. UTC fix.
RADECSYS= 'FK5     '           / The equatorial coordinate system
PROJP1  =                  0.0 / Projection type of the first axis
PROJP2  =                  0.0 / Projection type of the second axis
LONGPOLE=            180.00000 / The North Pole of standard system (deg)
PC001001=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix
PC001002=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix
PC002001=           0.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix
PC002002=           1.00000000 / Pixel Coordinate translation matrix
BSCALE  =                    1 / Real=fits-value*BSCALE+BZERO
BZERO   =                    0 / Real=fits-value*BSCALE+BZERO
BUNIT   = 'ADU             '   / Unit of original pixel values
BLANK   =                32768 / Value used for NULL pixels
DATE-OBS= '1998-04-30                     ' / yyyy-mm-dd UTC obs start date
UT      = '09:12:00.0'          / HH:MM:SS.S UTC at typical time(=start)
HST     = '23:12:00.0'          / HH:MM:SS.S HST at typical time(=start)
LST     = '12:34:56.7'          / HH:MM:SS.S LST at typical time(=start)
MJD     =       12345.67890000 / Modified Julian Day at typical time(=start)
EXPTIME =               0.0800 / Total integration time per frame(sec)
OBJECT  = 'HR 4796                        ' / Target Description
RA      = '12:36:01.270'        / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing
RA2000  = '12:36:01.270'        / HH:MM:SS.SSS RA (J2000) pointing
DEC     = '-39:52:09.40'        / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing
DEC2000 = '-39:52:09.40'        / +/-DD:MM:SS.SS DEC (J2000) pointing
EQUINOX =               2000.0 /
AZIMUTH =             12.34000 / Azimuth of telescope pointing (degree)
ALTITUDE=             12.34000 / Altitude of telescope pointing(degree)
FOC-POS = 'Cassegrain      '    / Focus where the instrument is attached
FOC-LEN =           100000.000 / Focal length of the telescope (mm)
FOC-VAL =                2.531 / Encoder value of the focus unit (mm)
M2-TYPE = 'IR      '            / Type of the secondary miror (Opt/IR)
M2-TIP  = 'off     '            / Tip/Tilt of the Secondary Mirror (on/off)
APERTURE= '21x16           '   / Field stop ID
INR-STR =               12.345 / Instrument Rotator angle at Start (deg)
INR-END =               12.345 / Instrument Rotator angle at End (deg)
AIRMASS =              4.67918 / Averaged Air Mass
ZD      =               77.660 / Zenith Distance at typical time
SECZ    =                4.679 / SEC(Zenith Distance) at typical time
M_WINDOW= 'ZnSe            '    / MIRTOS dewar entrance window
M_M1MOT1=                  224 / Beam Stearing Mirror Position (count)
M_M1MOT2=                  339 / Beam Stearing Mirror Position (count)
M_M2MOT1=                  224 / Beam Splitter Position (count)
M_M2MOT2=                  339 / Beam Splitter Position (count)
FILTER01= 'K               '   / Filter name/ID
FILTER03= '13mm-phi        '   / Lyot Stop name/ID
DETECTOR= 'Ratheon InSb 256x256           ' / Name of the detector/CCD
DET-ID  =                    1 / ID of the detector used for this data
DETPXSZ1=                0.030 / Detector pixel size in axis1 (mm)
DETPXSZ2=                0.030 / Detector pixel size in axis2 (mm)
DET-A00 =               -0.100 / Relative angle of nn-th detector (deg)
DET-TMP =                30.12 / Detector temperature (K)
GAIN    =               123.40 / AD conversion factor (electron/ADU)
PRD-MIN1=                    1 / Start X pos. of partialy read out (pix)
PRD-MIN2=                    1 / Start Y pos. of partialy read out (pix)
PRD-RNG1=                  256 / X Range of partialy read out (pix)
PRD-RNG2=                  256 / Y Range of partialy read out (pix)
BIN-FCT1=                    1 / Binning factor of X axis (pixel)
BIN-FCT2=                    1 / Binning factor of Y axis (pixel)
WEATHER = 'Sunny                          ' / Weather condition
SEEING  =                 0.45 / Long integ PSF FWHM (arcsec)
DOM-WND =                 4.61 / Wind speed in the dome (m/s)
OUT-WND =                 7.79 / Wind speed outside (m/s)
DOM-TMP =                273.5 / Temperature measured in the dome (K)
OUT-TMP =                273.7 / Temperature measured outside dome (K)
DOM-HUM =                0.050 / Humidity measured in the dome
OUT-HUM =                0.060 / Humidity measured outside the dome
DOM-PRS =               670.00 / Atmospheric pressure in the Dome (hpa)
OUT-PRS =               670.00 / Atmospheric pressure outside dome (hPa)
COMMENT
COMMENT (: Subaru Device Dependent Header for MIRTOS :)
```

```
COMMENT
COMMENT === ID
M_CHID  = 'NIR             '   / ID of camera channel of MIRTOS
M_TWID  = '19980430-0001    '   / ID of two-wavelength simultaneous file
M_FLATID= 'NA               '   / ID of the most recent flat field file
M_DARKID= 'NA               '   / ID of the most recent dark exposure file
M_DETO1 =             12.30000 / Rel X pos of NIR from MIR on sky (pixel)
M_DETO2 =             45.60000 / Rel Y pos of NIR from MIR on sky (pixel)
COMMENT === Chopping and Nodding
M_CHOPTM=                0.200 / Chopping period (sec)
M_CHOPTH=                90.00 / Chopping throw (arcsec)
M_CHOPPA=                 0.00 / Chopping P.A. origin:source/pointing (deg)
M_NODTM =                 10.0 / Nodding period (sec)
M_NODTH =                90.00 / Nodding throw (arcsec)
M_NODPA =                90.00 / Nodding P.A. origin:source/pointing (deg)
COMMENT === Temperature
M_O-TMP =                 56.7 / Temperature of Optics (K)
M_A-TMP1=                300.1 / Temperature of Ambient thermometer (K)
M_A-TMP2=                350.3 / Temperature of Ambient thermometer (K)
M_A-TMP3=                280.4 / Temperature of Ambient thermometer (K)
M_A-TMP4=                300.1 / Temperature of Ambient thermometer (K)
COMMENT === Clock
M_CLKFL = '/home/mirtos/clock/nir/980430/twsaa1' / Clock file name
M_CLKMR = 'chop02nod10_1    '   / Clock pattern marco name
M_CLKMC = 'This is only preliminary' / Coment on clock pattern macro
M_BNDWTH=                   11 / NIR band width 00:15K 01:150K 10:1.5M 11:3MHz
M_PIXTIM=                  6.1 / Clock duration for a pixel (us)
M_FRTIME=                 32.3 / Time to sweep one frame (ms)
COMMENT === FMC
M_JPORT =                    0 / Jump port value at the time of getting data
M_ARRANG=                    T / Data arrangement T:FITS F:raw
M_BANK  = 'A        '          / Bank name where the data was stored
COMMENT == BlackBody
M_BBPOS =                    F / Black Body Position T:In F:Out
M_BBTMP =                270.0 / Temperature of Black Body (K)
END

XTENSION= 'TABLE    '          / ASCII Table extension
BITPIX  =                    8 / # of bits storing pix values
NAXIS   =                    2 / # of axis in frame
NAXIS1  =                   17 / # of characotors in a row
NAXIS2  =                   10 / # of rows = # of frames
PCOUNT  =                    0 / No random parameters
GCOUNT  =                    1 / Only one group
TFIELDS =                    4 / # of fields in a row
EXTNAME = 'Beams    '          / Name

TTYPE1  = 'Chop     '          / Chop beam: +/-
TBCOL1  =                    1 / start column of this field
TFORM1  = 'A1       '          / 1 charactors

TTYPE2  = 'Nod      '          / Nod beam: +/-
TBCOL2  =                    2 / start column of this field
TFORM2  = 'A1       '          / 1 charactors

TTYPE3  = 'NumReads'           / Number of read outs
TBCOL3  =                    3 / start column of this field
TFORM3  = 'I6       '          / 6 digit integer
TUNIT3  = 'Samples  '          / untis: ADC Samplings for a pixel

TTYPE4  = 'WaitTime'           / Wait time for secondry stabilization
TBCOL4  =                    9 / start column of this field
TFORM4  = 'F9.4     '          / 9 digit floating down to 1us
TUNIT4  = 'ms       '          / units: milli-second

TTYPE5  = 'MIR_ND   '          / Integration Duty Cycle x/243 only MIR
TBCOL5  =                   18 / start column of this field
TFORM5  = 'I3       '          / 3 digit integer
TUNIT5  = 'rows     '          / units: milli-second

COMMENT Sample ASCII Extension header for MIRTOS written by Tomono on 1998/7/6
END
```

6.6 FITS 規約に反する悪い例

次のような間違いはよくあるものだが、*FITS* 規約には抵触するので、注意すること。

ヘッダーキーワードの文字種違反 ヘッダーキーワードは大文字でなければならない。

```
simple  =                    T
```

はだめ。(3.3.1 節参照)

EQUINOX の値違反 EQUINOX の値は浮動小数点数でなければならない。

```
EQUINOX =               2000
```

はだめ。また EPOCH は使うべきではない。(3.3.2 節参照)

キーワードの順序違反 例えば EXTEND は NAXIS より前ではいけない。(3.3.2 節参照)

```
SIMPLE  =                    T
BITPIX  =                   32
EXTEND  =                    T
NAXIS   =                    3
```

ヘッダの文字値が長さ制限違反 ヘッダの文字値は 8 文字以上 (正確には閉じ側の引用符が 20 カラムより前ではいけない)。ただし、この制限は NOST-1.1 での制限であり、draft 1.2 にある Free Format が正式に認められると違反でなくなる。(3.3.3 節参照) 例えば、

```
XTENSION  = 'TABLE'
```

は現規約では違反だが draft 1.2 では可。

ヘッダの文字値の引用符違反 ヘッダの文字値を囲むのは single quote であり、double quote ではない。(3.3.3 節参照)

```
XTENSION  = "TABLE   "
```

はだめ。

ヘッダの数値の位置違反 ヘッダの数値は 11-30 桁めに右詰めで表示されなくてはならない。ただし、 draft 1.2 の Free Format ではこの制限はない。例えば、

```
EXPTIME = 0.0800
```

は現規約では違反だが、draft 1.2 では合法。(3.3.3 節参照)

データ部の値の制限違反 データ部では unsigned integer は使えない。例えば、

```
BITPIX  =                   16
```

のような場合は使える値は、-32768 ~ 32767 である。3.4.1 節参照。(実際に世の中に流通しているソフトの中には符号なし整数を吐き出すものも存在するようなので、FITS ブラウザの中には、それらも表示できるものもあるようだが。)

ASCII Table Extension の TFORMn のフォーマット記法違反 ASCII Tabele Ext. の TFORMn では、FORTRAN-77 の記法で書かなければならず、C フォーマットではだめ。例えば、

```
TFORM1  = '%6d      '
```

はだめ。(3.6.1 節参照)

などなど。他にも似たような例はあると思われるので注意されたい。

7 FITS に関する各種リソース

7.1 ソフトウェア

FITS に関しては様々なソフトウェアが開発され, 利用可能になっている。ここでは、その概要を紹介する。[注: ここで紹介するインターネット上のリソースは、その情報やソフトの大元の提供先を上げてあるが、実際にソフトなどを入手する際は、いきなりそこへアクセスするのではなく、次の 7.4 節で紹介している日本国内のサーバなどをまず利用してトラッフィックの軽減に協力されたい]

7.1.1 FITS Support Office 提供のソフト

FITS Support Office は (後で触れる)FITS に関するドキュメント類の提供以外にもいくつかのソフトも提供している。

FPCT(The FITS Products Conformance Tester) FITS ファイルの有効性を検証するソフト。C で記述されている。プライマリヘッダに要求されるキーワードの検査やオプションでデータ配列の表示なども可能。入手先は、
http://fits.gsfc.nasa.gov/astro/fits_tester.html

HEADLIST(Header Lister) FITS ヘッダ (プライマリも extension も) のリストをプリントする。ANSI C が必要。入手先は、
ftp://nssdc.gsfc.nasa.gov/pub/fits/software/headlist.c

7.1.2 HEASARC 提供のソフト

NASA / Goddard の High Energy Astrophysics Science Archive Research Center (HEASARC) もまた、FITS に関連した各種ソフトを提供している。

FITSIO W. D. Pence により保守されている FITSIO パッケージは、FITS フォーマットのファイルの読み書きのための machine-independent なサブルーチンインターフェイスである。各ルーチンは Fortran 77 と ANSI C で書かれ各種コンピュータで実行可能である。サポートしている FITS ファイルは standard extension と 多次元配列、可変長配列の binary table、WCS であり、checksum にも対応している。入手は、
http://heasarc.gsfc.nasa.gov/fitsio/

FTOOLS J. K. Blackburn と W. D. Pence により開発され現在は FTOOLS team により保守されている FTOOLS は FITS データファイルの作成、検証、改訂のための 200 以上ものユーティリティプログラム群であり、ANSI Fortran, ANSI C, Perl, Tcl で記述されている。グラフィカルインターフェイスも提供されていり、３ヶ月ごとに新しいバージョンがリリースされている。FTOOLS は高エネルギー天体物理用の特殊ルーチンまで含んだフルパッケージでも、ごく一般的なルーチンだけ含むコアシステムだけでも使うこ

とができ、また、IRAF のパッケージとしても、スタンドアロンでも使える。現在サポートされているプラットフォームは、

ALPHA / OSF, DEC / ULTRIX, Linux, SUN / SunOS, SUN / Solaris, HP / HP-UXm, SGI / IRIX, ALPHA / VMS, VAX / VMS

入手は、

http://heasarc.gsfc.nasa.gov/ftools/

FITS Viewer fv fv は FITS ファイルのヴューア兼エディタであり、FTOOLS パッケージに標準で含まれているが、スタンドアロンでも使える。GUI を備えており、次のような特徴を持つ。

- FITS ファイルの構造が判る (ex. EXTENSION の表示)。
- FITS ヘッダを読んだり修正したりできる。
- 画像の表示ができる (SAOtng あるいは POW を使用。画像の修正も可能 (文字入れなど)。
- 画像を表に直せる。プロットも可能。
- Table extension の表示、プロットが可能。

欠点としては、まだ WCS に対応していないことと、やや重いソフトであることが挙げられる。

現在は多くの Unix プラットフォームがサポートされている。Windows と Macintosh バージョンは開発中である。fv および POW に関する情報は次から。

http://legacy.gsfc.nasa.gov/ftools/fv.html

http://legacy.gsfc.nasa.gov/ftools/fv/pow/Overview.html

VERIFITS W. Pence による FITS フォーマットデータファイルのキーワードやデータの verify をするプログラムである。これは IRAF に含まれる fverify タスクのスタンドアロン版であり、つぎのようなプラットフォームで利用できる。

Sun, DECstation, DEC Alpha(OSF/1), VAX/VMS

VERIFITS は FPCT よりも広範なチェックを行うことができるが、エラーを発見した時に停止するか、それでも最後までチェックするか、が違う。入手は、

ftp://heasarc.gsfc.nasa.gov/software/fitsio/verifits/

7.1.3 eclipse from ESO

eclipse (ESO C Library for an Image Processing Software Exvironment) は ESO による天文用イメージプロセッシングの ANSI C ライブラリである。これは ESO の 3.6 m 鏡の Adonis(Adaptive Optics system) 用にデザインされたが、そのアルゴリズムはもっと汎用に使え、イメージ更正、クリーニング、解析などに使える。

http://www.eso.org/eclipse

7.1.4 FITS ブラウザ

ADC FITS Table browser GSFC の Astronomical Data Center(ADC) は ADC CD-ROM に含まれるファイルを読むための FITS Table Browser を提供している。これは、FITS ASCII Table を読み表中の各フィールドやレコードを表示したり表の一部を別ファイルに書き出したりすることができる。MS-DOS と Unix 用のプログラムは以下から入手可能。

ftp://adc.gsfc.nasa.gov/pub/adc/software/browsers/ftb/ftb_user_guide.txt

NCSA FITS Browser NCSA (The National Center for Supercomputing Applications) の Hierarchical Data Format (HDF) グループは、HDF Scientific Data Browser 開発の一環として FITS ブラウザを開発している。

Scientific Data Brauser これは FITS ファイルのサーバーサイドブラウザであり、サーバ上で FITS ファイルの HTML 版を作成することにより、そのファイルへのアクセスを提供するもので、汎用のブラウザで閲覧できる。現在次のような機能が提供されている。

- FITS ファイルからのイメージの抽出
- 3D イメージからの各プレーンの表示
- ヘッダー情報のサマリの提供
- ASCII または binary table からの HTML table の作成

これを使うには以下の要件が必要。

- 表をサポートしたウェブブラウザ
- FITSIO の 4.08 以降のバージョン
- HDF/netCDF library distribution のバージョン HDF4.0r2

ブラウザは以下から入手可能。

http://hdf.ncsa.uiuc.edu:4321/

Java-based Client-side Browser これは Java ベースのクライアントサイドブラウザであり、プロトタイプの特徴は以下のとおりである。(入手は server-side Browser と同じ)

- FITS の ASCII 又は binary table を HTML の表で表示する。
- Java applet を使ってイメージを別フレームで表示したり 3-D イメージのアニメーションを表示する。
- ヘッダーやサマリ情報を表示する。

7.1.5 FITS I/O software in IDL

W. Landsman(Hughs STX) は IDL で書かれた FITS I/O ソフトが IDL Astronomy User's Library の一部として公開されていることをアナウンスしている。これには次の情報がある。

- IDL で書かれた汎用の天文学的手続き集
- ユーザ選択可能な手続きのコレクション
- ユーザからサブミットされた手続き集
- FITS I/O ソフトや球面座標と平面座標の変換手続き

以下から入手可能。
http://idlastro.gsfc.nasa.gov/homepage.html

7.1.6 FITS image viewer(各種プラットフォーム)

Unix 上のメジャー天文画像解析パッケージ 以下の 3 つの天文用パッケージは FITS ファイルの読み書きが可能である。各々に関する情報の入手先は次のとうり。

AIPS The Astronomical Image Processing System(AIPS) は the National Radio Astronomy Observatory(NRAO) で開発されており、情報は以下から得られる。

http://www.cv.nrao.edu/aips/

ESO MIDAS The European Southern Observatory Munich Image and Data Analysis System(ESO MIDAS) は ESO で開発されており、情報は以下から得られる。

http://http.hq.eso.org/midas-info/

IRAF The Image Reduction and Analysis Facility(IRAF) は the National Optical Astronomy Observatory(NOAO) で開発されており、情報は以下から入手可能。

http://iraf.noao.edu/

IRAF での純正の *FITS* ブラウザとしては、X11IRAF と呼ばれる IRAF の GUI パッケージ (ximtool,xgterm,xtapemon など) の中の ximtool がそれであり、特徴としては、

・IRAF 形式および FITS 形式の画像を読み込める
・IRAF と通信できる
・GIF 等の形式の画像として書き出しも可能
・色，階調の変換，拡大縮小，方向の反転等が出来る
・印刷も可能（カラー，モノクロ）
× WCS（World Coordinates System）に対応していない
× 正確な画素値が読めない
× 表示の最小，最大値が調整できない

といったところである。ximtool に関する情報は IRAF ホームページの日本におけるミラー、

http://sinobu.mtk.nao.ac.jp/iraf/web/

からも得られる。

NRAO FITS viewers NRAO は FITS ヴューアとして FITSview ファミリーを開発し多くのプラットフォームで使えるようにしている。サポートされている特徴は次のとおり。

- FITS ヘッダを読める
- gzip 圧縮された FITS ファイルを直接読める
- 2 ないし 3 次元の FITS 画像を読める
- WCS に対応している
- Movie がみれる
- 非常に軽い

情報は以下から得られる。
http://www.cv.nrao.edu/~bcotton/fitsview.html
このファミリーには次のようなものがある。

FITSview FITSview は Windows3.1 と Windows95 で動く。テキストと gzip 圧縮されたものが扱える。多色 (又は多階調グレイ) ディスプレイが使えるが 256 色がもっともよい結果を出す。入手先は次のとおり。

ftp://ftp.cv.nrao.edu/fits/os-support/ms-windows/fitsview/

MacFITSview Macintosh の System 7.0 以降で動く。PowerPC 版と 68k 用がある。入手先は次のとおり。

ftp://ftp.cv.nrao.edu/fits/os-support/mac-os/macfitsview/

XFITSview Unix/X-Windows で動く (要 Motif)。いくつかのシステム用 (Sun(SunOS, Solaris), HP, IBM, SGI, Alpha, Linux) のバイナリとソースが用意されている。入手先は次のとおり。

ftp://ftp.cv.nrao.edu/fits/os-support/unix/xfitsview/

SAO R&D Software Suite と SAOimage SAO R&D SOftware Suite はいくつかのソフトウェア群から構成されているが、FITS ヴューアとしては、*SAOimage: The Next Generation (SAOtng)*[14] が含まれている。これは X11 上の表示ツール SAOimage の新バージョンであり、SAO と NOAO によって開発されている。機能的には SAOimage と

[14]Star Trek: The Next Generation のもじり

ximtool を加え更に機能追加したものと言ってよい。SAOtng は X-Window 環境で、スタンドアロンまたは IRAF の GUI である ASSIST などで FITS ファイルや IRAF イメージを表示するのに使える。SAO R&D Software Suite は SunOS と Solaris で開発され、他のプラットホームへポートされている。現在のポートは、SGI, HP9000s700, Dec Alpha である。1998 年 7 月 16 日現在の最新は 第 1.8 版であり、この版の機能・特徴は、SAOimage の機能に加え、

・画像のみならず FITS ヘッダーを閲覧できる
・FITS の拡張画像部 (image extension) を扱える
・FITS の n 次元画像を扱える
・FITS バイナリテーブルを扱える
・圧縮された FITS 画像を扱える
・生のイベントファイルをサポート
・一般ファイルの閲覧とエディットも可能
・画像中の画素値の最小最大値を求めることができる

といったところである。

情報は以下から。

http://hea-www.harvard.edu/RD/saotng.html

また、開発の主力は SAOtng に移っているが、従来の SAOimage も個人的な努力によって改良が続けられている。ximtool と共に比較的軽いツールであり、画像解析処理に必要な基本的な機能 (色、階調の変換、拡大縮小、方向の反転など) ができるほかに、

・WCS に対応している
・IRAF と通信できる
× ximtool のような種々の形式による画像の出力はできない
× 印刷もモノクロでしかできない.

というような特徴があり、現在でも IRAF の標準ブラウザとして使われている例が多い。SUN, HP, DEC, VMS, LINUX 用のバイナリとソースが入手可能。情報は以下から。

http://tdc-www.harvard.edu/software/saoimage.html

netPBM netPBM は Extended Portable Bitmap Toolkit(pbm+) の改訂版であり、FITS ファイルと他の多くの画像フォーマットのコンバートができる。現在ではオリジナルの作者の公式のリリースではなく、世界中のさまざまなソースコードのコレクションとなっている。netPBM は Unix, MS-DOS, VMS Amiga, その他の C コンパイラと出力のリダイレクションをサポートするシステム (多くのアドレス空間を要する) で動く。ただし、すべての FITS 画像が表示できるとは限らず、 特に配列が 2 次元以上だったり (NAXIS>2) すると、表示できない場合もあるし、浮動少数は IEEE-754 を解するマシンに限る。多くの ftp サイトにあるので、archie などで検索、入手可能。

http://wuarchive.wustl.edu/graphics/graphics/packages/NetPBM

SkyCat　SkyCat は ESO(the Europian Southern Observatory) のデータ管理部門と VLT プロジェクト部門 (Canadian Astronomical Data Center(CADC) の寄与もあるそうである) の開発による天文用の各種画像表示やカタログやアーカイヴデータへのアクセスのためのツールであり、FITS イメージの表示もできる (WCS のサポートも含む)。デフォルトで利用できる資源の主なものは、

カタログ　　: Abell, GSC, IRAS-PSC, USNO, UK-Schmidt, NED, SIMBAD, RC3
画像データ　: DSS
観測データアーカイブ: HST, CFHT, NTT

等がある。

関連情報やソフトの入手については、以下のとおり。

http://arch-http.hq.eso.org/skycat/

GAIA

STARLINK には GAIA (Graphical Astronomy and Image Analysis Tool) というソフトがある.

これは, 実は見かけ (機能も) はほぼそのものであるが, IRAF のタスクとして gaia を実行できるという特徴がある. すなわち, SkyCat が備えていない IRAF との通信機能を補ったものと考えられる (使用方法は ximtool 等とは異なるが).

GAIA についての情報は `http://star-www.dur.ac.uk/~pdraper/gaia/gaia.html` から得られる.

xv　著名なシェアウェアの画像ツール xv はバージョン 3.10a 以降で FITS フォーマットに対応している。これは primary 配列の 2 次元以上の画像や、IEEE の単精度、倍精度浮動小数の画像も扱えるが、IMAGE extension や IEEE の特殊値 (NaN や Infinity など) は扱えない。情報は以下から得られる。

http://www.sun.com/sunsoft/catlink/xv/xv.html

Dfits　Dfits は SPIRAL (Surface Photometry Interactive Reduction & Analysis Library) の画像表示用タスク imgdisp を分離し, FITS 画像専用にした画像ブラウザである。 データアーカイブシステム MOKA2 の画像早見プログラムであり, 機能としては spiral.imgdisp とほぼ同じである。

開発に当たっては, FITS ファイルの読み込みには FITSIO, 画像表示には PGPLOT を用い, Fortran を用いている.

特徴と機能としては, 以下のようなことがある.

- 比較的軽い
- 8,000 x 10,000 程度の大きな FITS 画像の表示もできる
- １次元プロファイルの抽出と表示ができる
- WCS にもある程度対応している（ex. OAO/SNG 画像のプロファイルに波長目盛）
- GIF 画像の作成ができる
- Fortran で書かれと小さなプログラムなので，変更，改良が比較的容易

ホームページは `http://lilliput.mtk.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/Dfits/` である.

西はりまイメージ　西はりまイメージは時政典孝 (西はりま天文台) 氏による FITS 画像データ表示ツールである。対応プラットフォームは NEC の PC98 シリーズ (含む互換機) 上の DOS 環境であり、最新バージョンは 3.5。入手方法は、

1. フロッピー（２ＨＤ）２枚
2. 郵送料（１９０円）
3. 宛先を書いた封筒

を、下記宛に送ればよい。

〒 679-53　兵庫県佐用郡佐用町西河内 407-2
兵庫県立西はりま天文台公園・天文台
時政典孝　　TEL0790-82-3886 FAX82-3514

西はりまイメージに関する問い合わせは、上記住所、または下記まで。
mailto: tokimasa@nhao.or.jp

StellaImage2　Astro Arts Inc. による市販の天体画像ソフトウェアである、StellaImage2 は 8,16,32 ビット整数、32,64 ビット浮動小数 FITS ファイルが扱え、他の一般的な画像ファイル (BMP,GIF,JPEG,TIFF) との間で相互変換できる。(StellaImage2 で編集した画像のオリジナルを保存する場合は FITS 形式で保存される。) また、一般的な画像処理 (トーンカーブ、コントラスト、マスキング、フィルター、スムーシング、合成など) もサポートされる。情報は以下から。
http://www.astroarts.co.jp/
(他にも市販のツールはいくつもあると思われるが、手元にあるものの紹介にとどめる。)

IMDISP　A. Warnock と R. Baalke による IBM-PC の DOS 用の画像処理ソフト IMDISP は FITS ファイルも扱える。入手先は、
http://nssdc.gsfc.nasa.gov/cd-rom/software/imdisp.html

MSI Windows FITS Viewer　Manchester Scientific Instruments はフリーの FITS Viewer を公開している。これはプライマリ HDU をサポートし、32-bit と 16-bit のものが利用可能である (16-bit 版のサポートは打ち切られた)。アルファリリースではあるが、Linux 版も公開されている。入手先は次のとおり。
http://www.infact-holdings.com/msi/fits.html

GraphicConverter　T. Lemke は Macintosh 用の GraphicConverter に FITS のサポートを付け加えた。GraphicConverter の 1.7.7 以降のバージョンでは、FITS の許容されている 5 つのデータタイプ (8, 16, 32 ビット整数と、32, 64 ビット実数) を読み込み、8 ビットグレイスケール (Mac のグレイスケールの最大値) に変換し、それらを、PICT, TIFF, GIF, PCX, IFF, PPM などのフォーマットで書き出せる。入手先は、次のサイトまたはそのミラーである。
ftp://ftp.goldinc.com/pub/goldinc/Lemke/gc.hqx

Photoshop plug-in　D. Norton (Otter Solution) は NIH Image とともに使う Photoshop のプラグインソフトの PhotoFITS を開発した。これは、8, 16, 32 ビット整数と 32, 64 ビット浮動小数点 FITS イメージを読み込み、8 ビットまたは RGB イメージに変換したり、3 つの FITS ファイルを RGB に変換したり、multiple image を読んでモザイク表示したりできる。入手は、

ftp://zippy.nimh.nih.gov/pub/nih-image/plug-ins/

その他の Mac 情報　NRAO は Macintosh 上で FITS の扱いに関する Usenet 上の記事のコレクションを保持している。URL は、

http://www.cv.nrao.edu/fits/os-support/mac-os/

7.1.7　FITS ブラウザ (X Window 版) の比較

濱部氏による X Window で動くブラウザの比較表を参考のために挙げておく。

	ximtool	SAOimage	SAOtng	SkyCat	fv	FITSview	Dfits
開発 (配布) 元	NOAO	Harvard	Harvard	ESO	GSFC	NRAO	浜部 勝
配布形態 [1]	S/B	S/B	S/B	B	S	B	S/B
Solaris 版	○	○	○	○	○	○	○
SunOS 版	○	○	○		○	○	○
Linux 版	○	○	○	○	○	○	○
他の UNIX 版	HP, SGI,	HP, SGI,	HP, SGI,	HP		HP, SGI,	HP
Win3.1/95 版	×	×	×	×	×	○	×
Macintosh 版	×	×	×	×	×	○	×
最新 (Solaris) 版	1.1	1.23.2	1.8	2.0.15	2.3	1.2	
最新版の日付	'97/9/10	'98/7/20	'98/7/15	'98/5/29	'98/3/8	'98/4/15	'98/7/20
FITS ヘッダ表示	×	×	○	○	○	○	×
WCS のサポート	×	○	○	○	○	○	△
tableFITS 対応	×	×	○		○	×	×
大規模画像対応	×	×	×	○ /△	×	×	○
16bitcolor 対応 [2]	×	×	×	×	○	×	○
IRAF との連携	○	○	○	△ [3]	×	×	×
Database 連携	×	×	×	○	×	×	×
Profile 抽出	×	×	×	×	○ /△	×	○
Movie 機能	×	×	×	×	×	○	×
機能追加容易さ	×	×	×	×	×	×	○
印刷	M/C	M	M/C	M/C	M/C	M/C	M/C
GIF 画像の作成	○	×	×	×	×	×	○

[1] S: source, B: binary [2] Linux の 16bit の X Window で利用できないものを× とした. [3] GAIA で可能.

上の表からもわかるように, それぞれのブラウザは特徴を持っており, 全てを兼ね備えるものは無い。 従って, 使用目的に応じて最適なものを選ぶというのが良いということになる。 例えば

- IRAF の画像ブラウザに使用したい $\Longrightarrow$ SAOtng, (GAIA)
- データベースやカタログと一緒に使用したい $\Longrightarrow$ SKyCat, (GAIA)
- Windows95 や Mac で使用したい $\Longrightarrow$ FITSview, MacFITSview
- Linux box で true/high color で使用したい $\Longrightarrow$ fv, Dfits

- 色々な FITS ファイルを見たい $\Longrightarrow$ SAOtng, fv
- とにかく軽いソフトが欲しい $\Longrightarrow$ XFITSview, Dfits
- 機能を追加して観測時のモニターにしたい $\Longrightarrow$ Dfits

といった選択が考えられる。

7.1.8 World Coordinates

AIPS-based ANSI C Functions ANSI C で書かれた (RA, Dec) $<->$ pixel location の変換関数 worldpos(), xypix() が提供されている。これらは、Classic AIPS での World Coordinates のインプリメンテーションに基づいており、以下から、worldpos.tar.gz で ftp できる。

ftp://fits.cv.nrao.edu/fits/src/wcs/

WCSLIB M. Calabretta (ANTF) は World Coordinate System で提案されている spherical projection をインププリメントしたルーチン集として、WCSLIB をリリースしえいる。このライブラリには C と FORTRAN の独立したインプメントが含まれており、以下から wcslib-2.4.tar.gz で ftp できる。

ftp://fits.cv.nrao.edu/fits/src/wcs/

WCSTools Package WCSTools パッケージは Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics が公開している WCS の情報の操作ツールである。これは reference star catalog や Digitized Sky Survey から作成されたイメージに WCS を設定するスタンドアロンの C プログラムを含む。他にも FITS ヘッダーを操作し、イメージと天球座標の変換のためにヘッダー情報を使うプログラムもある。これらのルーチンは SAOtng のものと同じである。

http://tdc-www.harvard.edu/software/wcstools/

7.1.9 FITS <–> HDF コンバータ

The National Cneter for Supercomputing Applications(NCSA) は FITS と Hierarchical Data Format(HDF) の変換ユーティリティを開発している。提供されているのは、HDF Scientific Data Sets(SDSs) と FITS の変換ソフトである。関連情報は以下より。

http://hdf.ncsa.uiuc.edu/fits/index.html

7.2 サンプルデータ

7.2.1 FITS Support Office Error Test Files

ここには 1 つの FITS ファイルのいくつかのバリエーションが置いてある。それは、

- FITS スタンダードや推奨される規則の確認のためのもの

- 異なる種類のヘッダーエラーを含むもの
- いくつかの FITS リーダに問題を引き起こすもの

である。これらは FITS リーダプログラムの有効性のテストに使える。入手先は、
ftp://nssdc.gsfc.nasa.gov/pub/fits/errtest/

7.2.2 IAUFWG Test Files

Preben Grosbol による、FITS リーダの有効性のテストのためのファイルであり、スタンダード FITS の プライマリ HDU, TABLE, IMAGE, BINTABLE extensions, IEEE の浮動少数や特殊値を含んでいる。入手先は、
http://www.cv.nrao.edu/fits/data/test/pg93/

7.2.3 FITS Test Tape

Tape と称しているが、実際はオンラインのファイルである (歴史的には Tape 上にあったという事情による)。純粋なテキストファイルや、ランダムグループ、プライマリ HDU の後に special record があるものなどがある。入手先は、
http://www.cv.nrao.edu/fits/data/test/ftt4b/

7.2.4 HEASARC/OGIP Sample Files

HEASARC の OGIP(Office of Guest Investigator Programs) は、HFWG(HEASARC FITS Working Group) で開発された規約や推奨フォーマットに対応した多くのファイルを収集している。入手先は、
http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/heasarc/ofwg/ofwg_sample.html

7.2.5 Four-digit Year Sample Files

先日正式に IAUFWG で採用された DATExxxx キーワードに関する新しい 4 桁の西暦 (や時間) を含むファイルが集められている。FITS リーダの新フォーマットへの有効性をテストするために提供されている。入手先は、
ftp://fits.cv.nrao.edu/fits/data/samples/year-2000/

7.3 インターネット上のリソース

インターネット上のサービス (特に WWW(World Wide Web)) を通じての FITS 関係の情報を提供している主なサイトについて概説する。

7.3.1 FITS Support Office

ここでは、次のような情報が提供されている。

FITS のドキュメントと FITS の一般的な情報
http://fits.gsfc.nasa.gov/fits_intro.html

FITS Support Office で開発されたソフトに関する情報
http://fits.gsfc.nasa.gov/#Software

FITS ファイルのテストのための Primary HDUs に関する情報
ftp://nssdc.gsfc.nasa.gov/pub/fits/errtest/

7.3.2 HEASARC

NASA / Goddard HEASARC (High Energy Astrophysics Science Archive Reserch Center) で提供されている情報は次のとおり。

ソフトウェア (FITSIO, FTOOLS) に関する情報
http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/software/

OFWG の活動に関する情報　NASA/GSFC の Office of Guest Investigator Program (OGIP) で FITS に関連したグループ OGIP / HEASARC FITS Working Group (OFWG) は FITS に関するいくつもの convention を開発している。これに関する情報が、
http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/heasarc/ofwg/ofwg_intro.html
から入手できる。

7.3.3 NRAO

NRAO で提供されている FITS 関係情報。

FITS 関連のライブラリ　FITS のドキュメント (ドラフトや, プロポーザル) や各種プラットフォーム用ソフトなど。
http://www.cv.nrao.edu/fits/

WAIS server　FITS 関連テキストファイルのインデックスを持つ WAIS server。
ftp://fits.cv.nrao.edu/fits/wais-sources/nrao-fits.src

7.3.4 HEAFITS exploder

HEAFITS と呼ばれる高エネルギー物理関係の FITS のメーリングリストがある。参加するには、listserv@legacy.gsfc.nasa.gov あてに
subscribe heafits Your Name
というメールを出す。メーリングリストにメッセージを出すには、heafits@legacy.gsfc.gov に送る。このメーリングリストのアーカイヴは、
http://fits.gsfc.nasa.gov/info_sources.html#heafits

7.3.5 NetNews: sci.astro.fits

NetNews のグループ sci.astro.fits では FITS に関連した話題が議論されている。自分のサイトのニュースサーバがこのグループを購読していれば、適当なニュースリーダで読むか、あるいは WWW ブラウザを使って、
news:sci.astro.fits
でも読めるはずである。このニュースグループに投稿された過去の記事は三鷹の情報バンクにも保存されており、(それをミラーしている) FITS 日本委員会ホームページから参照できる。(次節参照)

7.4 日本国内の情報

7.4.1 日本 FITS 委員会

前述のように FITS に関する最終決定機関は IAU FITS WG であり、日本からは、金光、吉田 (重)、満田の 3 人が委員となっている。この段階に至る以前に日本国内で FITS に関する議論をするための委員会として、日本 FITS 委員会が 1994 年 6 月に結成されている。その後 1998 年 5 月には観測所や大型プロジェクト関係の委員を加えて新体制になった。現在の委員は、

委員長 金光 理 (kanamitu@fukuoka-edu.ac.jp)

副委員長 (東大木曽観測所) 吉田重臣 (yoshida@kiso.ioa.s.u-tokyo.ac.jp)

副委員長 (宇宙研 X 線) 満田和久 (mitsuda@astro.isas.ac.jp)

委員 (宇宙研赤外線) 中川貴雄 (nakagawa@astro.isas.ac.jp)

委員 (宇宙研太陽) 清水敏文 (shimizu@flare30.solar.isas.ac.jp)

委員 (VSOP) 村田泰宏 (murata@astro.isas.ac.jp)

委員 (国立天文台すばる観測所) 高田唯史 (takata@subaru.naoj.org)

委員 (国立天文台野辺山宇宙電波観測所) 森田耕一郎 (morita@nro.nao.ac.jp)

委員 (国立天文台野辺山太陽電波) 花岡庸一郎 (hanaoka@nrao.nao.ac.jp)

委員 (国立天文台岡山天体物理観測所) 柳沢顕史 (yanagi@oao.nao.ac.jp)

委員 (東大初期宇宙観測センター) 峰崎岳夫 (minezaki@kiso.ioa.s.u-tokyo.ac.jp)

委員 (光分野) 西原英治 (eiji@nao.ac.jp)

名誉委員 西村史朗 (nishmrsr@cc.nao.ac.jp)

がなっている。今のところ主な活動としては、メーリングリストでの議論、
jfits@r1.mtk.nao.ac.jp
と天文情報処理研究会の会合などの機会に合わせた委員会の開催がある。(メーリングリストでの議論には上記委員の他にオブザーバとして、洞口俊博、濱部勝、佐々木敏由紀、小杉城治、吉田道利、の各氏が参加しており、事務局として市川伸一氏にも協力していただいている。)
また、FITS も含めてソフトウェア関連の話題は、天文情報処理研究会が主催するメーリングリスト jirafnet、
jirafnet@r1.mtk.nao.ac.jp
で議論されることが多い。

7.4.2 日本 FITS 委員会ホームページ

上記委員会の活動に関連して、WWW 上で FITS に関する情報を提供するために「日本 FITS 委員会ホームページ」を開設している。URL は次のとおり。
http://www.fukuoka-edu.ac.jp/ ~ kanamitu/fits/
ここで提供している情報やサービスは、

- FITS の手引き (html 版)
- NetNews アーカイヴ、検索サービス (sci.astro.fits の記事情報)
- jfits メーリングリスト アーカイヴ、検索サービス
- FITS 関連ドキュメント提供 (http, ftp)
- FITS 関連ソフトウェア提供 (http, ftp)
- FITS 関連のリンク

といったところである。FITS に関するメール群 (前記の sci.astro.fits ニュースグループの記事と jfits) に関しては過去の記事一覧表示や特定のサブジェクトや投稿者名での検索表示ができ、また、ドキュメント類としては、FITS の手引きの LaTeX 版を始め、英語のスタンダード、拡張案等の TeX やポストスクリプトファイルもおいてある。このドキュメント類や前節で紹介したソフトの一部はこのページからたどって入手することもできるし、関連する ftp サーバ、
ftp://ftp.fukuoka-edu.ac.jp/pub/Astronomy/fits/
から入手することもできるので、近くの方は利用されたい。

7.4.3 天文データ解析計算センターの情報バンク

三鷹の情報バンク用ワークステーション
ftp://sinobu.mtk.nao.ac.jp/
には市川 (伸) 氏により 各種天文関連のソフトやドキュメント、データが蓄積されており、前節のソフトの一部 (IRAF や SAOimage をはじめ多数) が開発元からミラーされ、

最新版が置かれるように整備されている。前節のソフト類を入手しようと思った場合はいきなり前節で紹介した大元へ取りに行くのではなく、まず、こちらに来ていないかをチェックすることがトラフィック軽減のためにも望ましい。

7.4.4 すばる開発者向け Web ページ

すばる開発者向けに、この手引きで紹介している「すばる基本辞書」や各観測装置辞書、サンプルヘッダーやツールキットなどが提供されている。三鷹もしくはヒロ (ハワイ) にいる人からは、

ヒロからは `http://www2.naoj.org/`
三鷹からは `http://www2.subaru.nao.ac.jp/`

でアクセス可能である。ただし現時点 (1998/08/31) ではアクセス制御がかかっていて一般の人はアクセスできない。装置開発用なので完全に一般の人はアクセスの必要があまりないはずだが、どうしても外部からアクセスしたい場合は登録が必要なようである。(必要な人はヒロの高田氏 (takata@subaru.naoj.org) に要連絡。

7.4.5 天文情報処理研究会ホームページ

この手引きの出版母体である天文情報処理研究会もホームページを開設しており、各種天文ソフトに関する情報 (元情報へのリンクや ftp サーバへのリンクなど) が整備されている。FITS 関連のソフトに関する情報なども入手できるので参考にされたい。
http://bandai.mtk.nao.ac.jp/jaipa/

8 参考文献

1. Wells, D. C., Greisen, E. W., and Harten, R. H. 1981, "*FITS*: A Flexible Image Transport System," *Astron. Astrophys. Suppl.*, **44**, 363–370.

2. Greisen, E. W. and Harten, R. H. 1981, "An Extension of *FITS* for Small Arrays of Data," *Astron. Astrophys. Suppl.*, **44**, 371–374.

3. IAU. 1983, *Information Bulletin* No. 49.

4. Grosbøl, P., Harten, R. H., Greisen, E. W., and Wells, D. C. 1988, "Generalized Extensions and Blocking Factors for *FITS*," *Astron. Astrophys. Suppl.*, **73**, 359–364.

5. Harten, R. H., Grosbøl, P., Greisen, E. W., and Wells, D. C. 1988, "The *FITS* Tables Extension," *Astron. Astrophys. Suppl.*, **73**, 365–372.

6. IAU. 1988, *Information Bulletin* No. 61.

7. McNally, D., ed. 1988, Transactions of the IAU, *Proceedings of the Twentieth General Assembly.* (Dordrecht:Kluwer).

8. Ponz, J. D. Thompson, R. W., and Munoz, J. R. 1994, "The *FITS* Image Extension," *Astron. Astrophys. Suppl.*, **105**, 53–55.

9. Wells, D. C. and Grosbøl, P. 1990, "Floating Point Agreement for *FITS*." (available from the NOST *FITS* Support Office `ftp://nssdc.gsfc.nasa.gov/pub/fits/fp_agree.ps`)

10. Cotton, W. D., Tody, D. B., and Pence, W. D. 1995, "Binary Table Extension to *FITS*", *Astron. Astrophys. Suppl.*, **113**, 159–166.

11. Grosbøl, P. and Wells, D. C. 1994, "Blocking of Fixed-block Sequential Media and Bitstream Devices", (abailable electronically from FITS Support Office at `ftp://nssdc.gsfc.nasa.gov/pub/fits/blocking94.txt`).

12. Bunclarck, P. and Rots, A. 1997, "Precise re-definition of DATE-OBS Keyword encompassing the millenium", (available electronically from `ftp://nssdc.gsfc.nasa.gov/pub/fits/year2000_agreement.txt`).

13. ANSI, 1978, "American National Standard for Information Processing: Programming Language FORTRAN," ANSI X3.9 – 1978 (ISO 1539). Published by American National Standards Institute, Inc., New York.

14. ANSI, 1977 "American National Standard for Information Processing: Code for Information Interchange," ANSI X3.4 - 1977 (ISO 646). Published by American National Standards Institute, Inc., New York.

15. IEEE, 1985, "American National Standard – IEEE Standard for Binary Floating Point Arithmetic". ANSI/IEEE 754–1985, Published by American National Standards Institute, Inc., New York.

16. Hennings, D. G., Pence, W. D., Folk, M., and Schlesinger, B. M. 1997, "A Hierarchical Grouping Convention for *FITS*", preprint, available electronically from `http://fits.gsfc.nasa.gov/group.html`.

17. "Going AIPS," National Radio Astronomy Observatory, Charlottesville, VA, 1990.

18. Muñoz, J. R., "IUE Data in FITS Format," ESA IUE Newsletter **32**, 12–45.